

12. ORGAANILISED ÜHENDID ORGANISMIDES

SAHHARIIDID

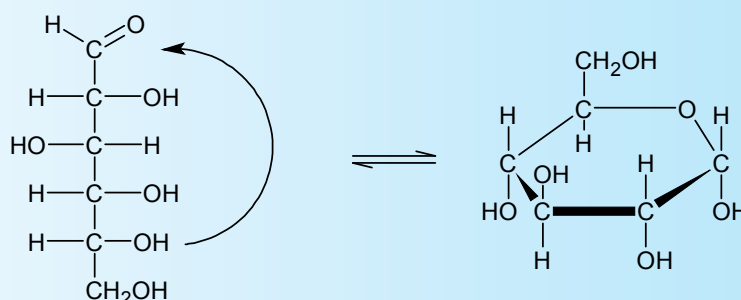
Süsivesikud ehk **sahhariidid** on süsinikust, vesinikust ja hapnikust koosnevad mitme-funktsionaalsed ühendid. Nende brutovalem avaldub enamasti kujul $C_n(H_2O)_m$, kus n ja m on positiivsed täisarvud. Nii mõnelgi juhul (nt glükoosi ja fruktoosi korral) $n = m$. Peamised funktsionaalsed



rühmad sahhariidide molekulides on **hüdrosüülrühmad** $-OH$ ning **karbonüülrühm** (nt 8. peatükist tuttav aldehüüdrühm), mistõttu võib sahhariide nimetada **polühüdrosüülrühma ühenditeks**. Looduses on sahhariidid nii esmaseks energiaallikaks (glükoos) kui ka energia varuaineks (tärglis, glükogeen), samuti kasutatakse neid struktuursete ühenditena (tselluloos). Sahhariidid on veesõbralikud ehk **hüdrofiilsed** (väiksema molekuliga sahhariidid on vees hästi lahustuvad, polüsahhariidid märguvad).

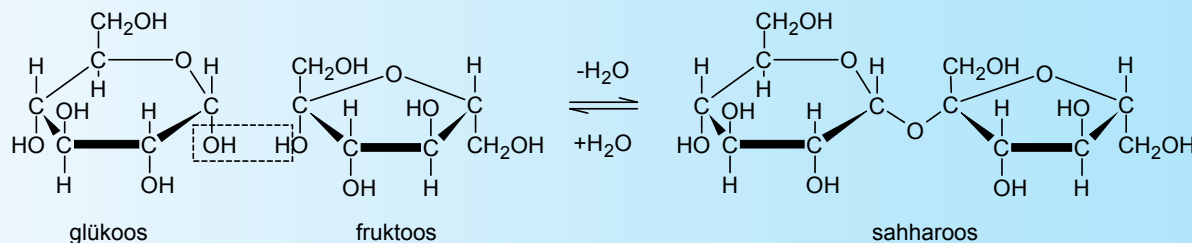
Sahhariidide liigitus:

- **monosahhariidid** on lihtsaimad sahhariidid; nende hargnemata ahel koosneb vähemalt kol-mest süsiniku aatomist (levinumates 5 või 6), sisaldab karbonüülrühma ja vähemalt ühte hüdrosüülrühma; sama monosahhariidi karbonüülrühma ja hüdrosüülrühma reageerimisel moodustub tsükkel, näiteks viinamarjasuhkru glükoosi $C_6H_{12}O_6$ korral:



Monosahhariidide struktuurivalemeid esitataksegi nii lineaarsel kui ka tsükliisel kujul.

- **oligosahhariidid** on moodustunud 2–10 monosahhariidi molekuli ühinemisel, tuntumad oligosahhariidid on disahhariidid (moodustunud kahest monosahhariidi molekulist); monosahhariidide ühinemisel reageerivad kahe molekuli hüdrosüülrühmad ja glükosiidsideme $-O-$ moodustumisel eraldub vee molekul; oligosahhariidid võivad hüdrolyüsuda monosahhariidideks (nt happelises keskkonnas või bioloogiliste katalüsaatorite ensüümide toimetel); nt monosahhariidide glükoosi ja fruktoosi ühinemisel moodustub disahhariid sahharoos:



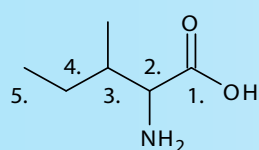
- **polüsahhariidid** on moodustunud paljude monosahhariidide molekulide ühinemisel (põhimõte on sama, mis oligosahhariidide tekkel), näiteks glükoosist moodustunud tärglis, glükogeen ja tselluloos.

Suhkrud on väikese molekulmassiga vees hästi lahustuvad magusa maitsega sahhariidid, nt glükoos, fruktoos, sahharoos, maltoos.

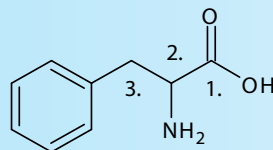
VALGUD

9. peatükis tutvusime **aminohapetega**. **Valgud** ehk **proteiinid** on aminohapetest moodustunud ühendid, mida võib pidada organismide geneetilise info avaldumise lõppsaadusteks. Just nemad kujundavad organismi selliseks, nagu määrab DNA. Valkudel on organismis kanda väga palju erinevaid ülesandeid: nad annavad kudedele struktuuri, võimaldavad liikumise, reguleerivad ainevahetust, transpordivad aineid jne. Valgud on keskkonnamuutuste (temperatuur, happed-alused jne) suhtes väga tundlikud.

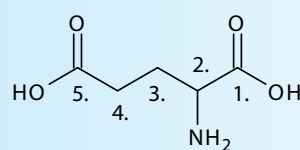
Aminohapped sisaldavad nii amino- kui karboksüülrühma. Organism suudab väga palju erinevaid valke üles ehitada vaid ca 20 aminohapest, millele vastab kindel RNA järjestus – nn **kodeeritavad aminohapped**. See on tingitud sellest, et kasutatavatel aminohapete molekulidel on erinevad kõrvalahelad, mistõttu on ka nende omadused erinevad: osa on hüdrofiilsed, osa hüdrofoobsed, neil on erinevad aluselis-happelised omadused. Samuti on valkude ahelate pikkus erinev. Kõik kodeeritavad aminohapped on α -aminohapped, s.t aminorühm asub karboksüülrühmast lugedes 2. süsiniku aatomi küljes. Nende tähistamiseks kasutatakse kolmetähelisi lühendeid. Näiteks:



isoleutsiin (Ile)



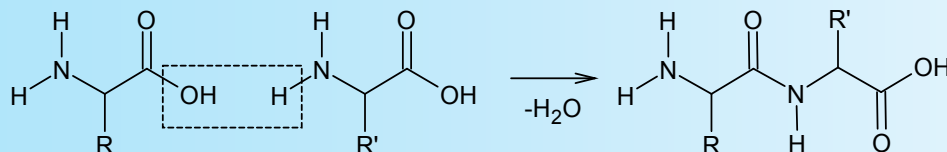
fenüülalaniin (Phe)



glutamiinhape (Glu)

Aminohapete liitumisel moodustuvad **oligo-** ja **polüpeptiidid**.

Oligopeptiidideks loetakse ca 2–10 (mõnikord ka kuni 20) aminohapete liitumisel moodustunud ühendeid. Polüpeptiidi moodustumisest võtab osa rohkem aminohapete molekule. Aminohapped liituvad nii, et ühe aminohapete karboksüülrühm reageerib teise aminohapete aminorühmaga. Selle käigus moodustub amiidrühm (peptiidside) ja eraldub vesi.

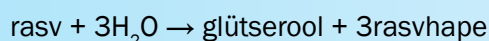


Valkudeks ehk proteiinideks nimetatakse tavapäraselt selliseid polüpeptiide, millel on organismis täita konkreetne funktsioon. Valk võib koosneda ka mitmest polüpeptiidiahelast.

RASVAD

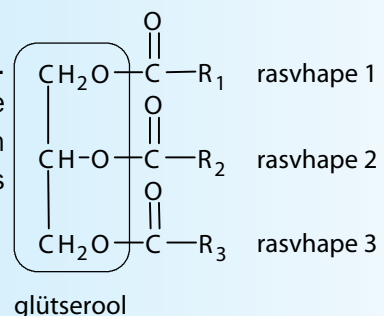
Rasvad on **glütserooli** (propan-1,2,3-trioli) ja **rasvhapete triestrid**. Rasvhapped on pikema süsivesinikahelaga karboksüülhapped, mille hargnemata ahelas on paarisarv süsiniku aatomeid. Rasvad on olulised energia varuained. Nad on üks tüüp lipiide. Lipiidide ühiseks omaduseks on **hüdrofoobsus**.

Rasvad kui estrid võivad hüdrolyüsuda. Rasvade hüdrolyüs kulgeb ka organismis seedimise käigus, seda viivad läbi ensüümid. Rasva hüdrolyüsil tekivad **glütserool** ning kolm **rasvhappemolekuli**:



Rasvad reageerivad ka leelistega, saadakse vastavate **rasvhapete soolad**, mida kasutatakse nt seebina: $\text{rasv} + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{glütserool} + 3\text{rasvhappe Na-sool}$

Taimsete rasvade ehk (rasv)**õlide** molekulides on **küllastumata** ehk kaksiksidemeid sisaldavaid rasvhappeid. Seetõttu pole need molekulid tihedalt „kokku pakitud“, vastastiktoimed rasvamolekulide vahel on nõrgemad ning nende sulamistemperatuur on madalam (taimerasvad on toatemperatuuril vedelad). Õlide **hüdrogeenimisel** (vesiniku katalüütilisel liitumisel) muundatakse osa kaksiksidemeid üksiksidemeteks ning seetõttu muutub ka rasvamolekulide kuju. Saadud molekulide vahelised jõud on tugevamad ning sulamistemperatuur seetõttu kõrgem. Nii saadakse tahkestatud (hüdrogeenitud) taimerasvad (margariin). Margariini valmistatakse ka ümberesterdamisel.



12.1. Vastake alltoodud sahariidide struktuurivalemite abil küsimustele.

1. Fruktoos ehk puuviljasuhkur kuulub sahariidide aineklassi. Miks?

.....

2. DNA on polümeer, mille alaüksuseks on nukleotiidid. DNA nukleotiid koosneb lämmastik-
 alusest, desoksüriboosist ja fosfaatrühmast. Miks kuulub desoksüriboos monosahha-
 riidide hulka?

.....

3. Miks kuulub igapäevaselt toitude ja jookide magustamiseks kasutatav sahharoos oligo-
 sahariidide hulka?

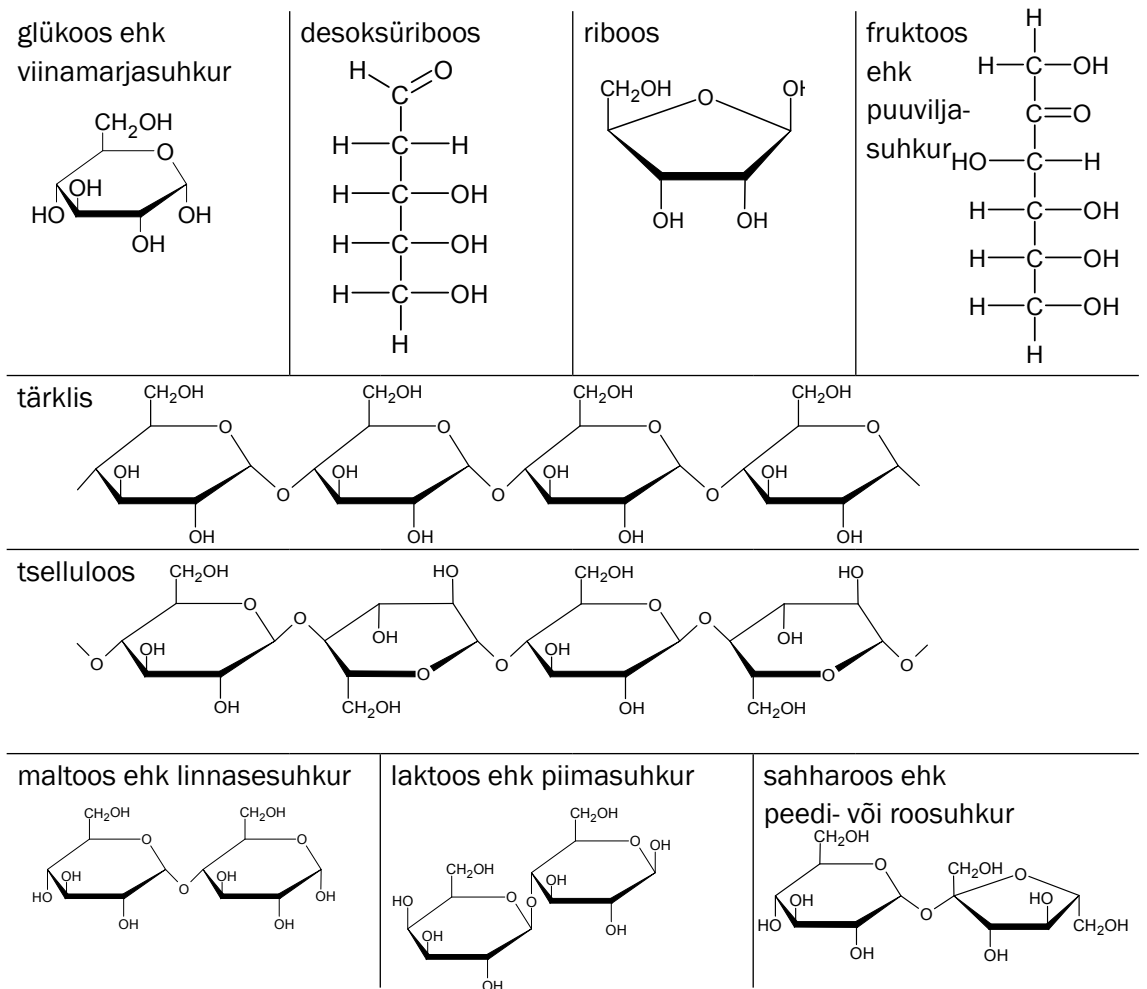
.....

4. Leidke alltoodud ühendite hulgast kaks polüsahhariidi ning põhjendage, mille alusel
 valiku langetasite.

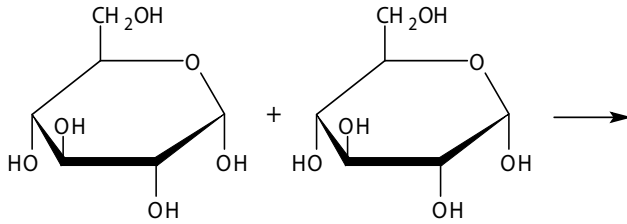
.....

5. Võrrelge tärklise ja tselluloosi struktuuri. Leidke üks sarnasus ja üks erinevus.

.....



12.2. Maltoosi ehk linnasesuhkrut leidub rohkesti linnastes ehk idandatud teraviljas. Linnaseid kasutatakse näiteks õlle ja kalja valmistamisel.



1. Maltoosi molekul koosneb kahest omavahel ühinenud glükoosi molekulist. Lõpetage reaktsioonivõrrand, koostades maltoosi struktuurivalem.

2. Koostage maltoosi summaarne valem.

3. Tõmmake õigele variandile joon alla ning lisage põhjendus.

Maltoos on (monosahhariid/oligosahhariid/polüsahhariid), sest

.....

Maltoos on (vees praktiliselt lahustumatu/lahustub vees vähesel määral/on vees hästi lahustuv), sest

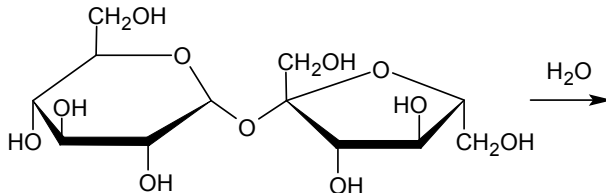
Maltoosi tekkereaktsioon glükoosi molekulidest on (kondensatsioon/hüdrolüüs/hüdrogeenimine/oksüdeerumine), sest



4. Mis teraviljast saadud linnased on eestlastel olnud põhiline õlle tooraine? (Meenutage näiteks rahvajuttu sellest, kuidas vares õlut tegi...)

12.3. Joonisel on kujutatud sahharoosi struktuurivalem. Kunstmee valmistamisel muundub sahharoos (nt kergelt happelises keskkonnas) glükoosiks ja fruktoosiks.

1. Koostage sahharoosist moodustuvate sahhariidide struktuurivalemid.



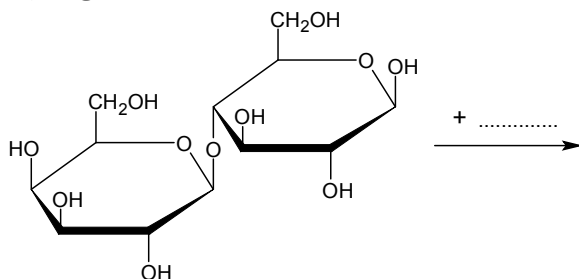
2. Tõmmake õigele variandile joon alla.

Sahharoos on (monosahhariid/oligosahhariid/polüsahhariid), mille (hüdrolüüsil/hüdrogeenimisel/polükondensatsioonil/oksüdeerumisel) moodustuvad glükoos ja fruktoos on (monosahhariidid/oligosahhariidid/polüsahhariidid).

12.4. Täitke tööülesanded laktoosist.

1. Mis on laktoosi rahvapärane nimetus?

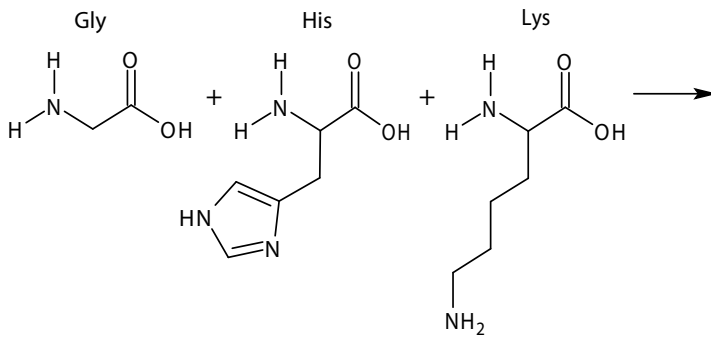
2. Kujutage laktoosi hüdrolüüsireaktsiooni saadused.



3. Kuidas nimetatakse ensüümi, mis katalüüsib laktoosi hüdrolüüsi organismides? Mis juhtub, kui inimese organism ei tooda seda ensüümi piisavalt?

12.5. Tripeptiidi Gly-His-Lys* kasutatakse vananemistvastastes kosmeetikavahendites, sest sel on nahka noorendav toime. Täitke tööülesanded.

1. Koostage etteantud aminohapete alusel tripeptiidi Gly-His-Lys struktuurivalem.

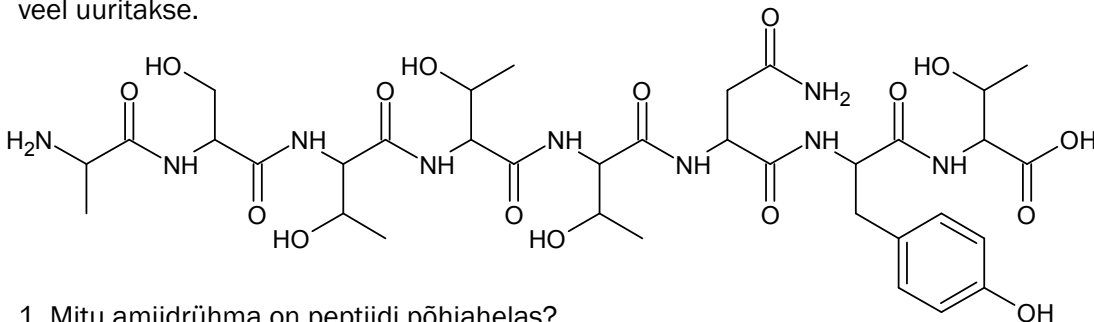


2. Tõmmake õigele variandile joon alla ja põhjendage.

Gly-His-Lys on (aminohape/oligopeptiid/valk), sest

* See tähendab, et tripeptiid koosneb aminohapetest, mis on liitunud järjekorras glütsiin-histidiin-lüsiin.

12.6. Kujutatud on peptiid T struktuur. Peptiid T avastati 1986. a NIH (*National Institutes of Health*) teadlaste poolt ning tegemist on HIV inhibiitoriga. Katseklassikatsed on näidanud, et see võib takistada HIV-I terveid rakke nakatamast. Ühendi täpset toimet ning kasutusvõimalusi veel uuritakse.

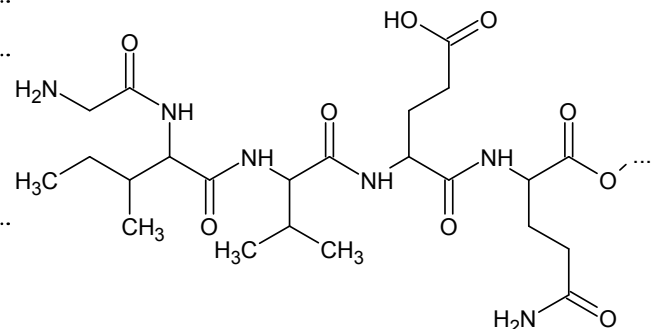


1. Mitu amiidrühma on peptiidi põhiahelas?
2. Mitmest omavahel liitunud aminohappe molekulist koosneb peptiid T?
3. Märkige peptiid T molekulis punktiirjoonega aminohapete vahelised piirid. Kirjutage iga aminohappe lõigu juurde vastava aminohappe kolmetäheline lühend.
4. Mitu erinevat aminohapet on peptiid T koostises?.....

12.7. Kujutatud on hormooni insuliin A-ahela esimese poole struktuur.

1. Millisesse aineklassi kuuluvate molekulide ühinemisel on insuliini A-ahel moodustunud? Selgitage.

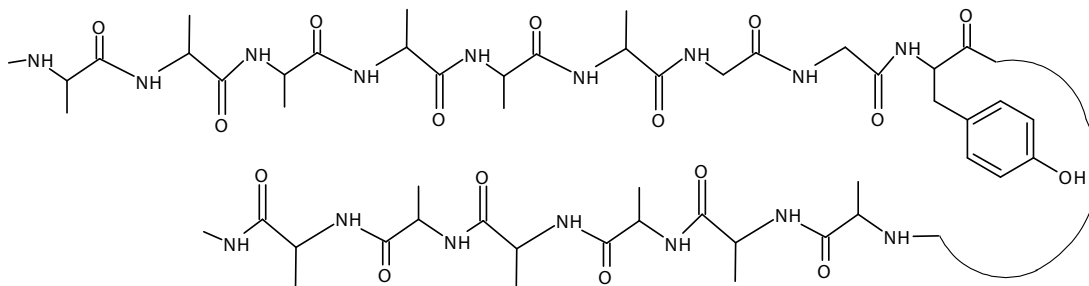
2. Määratlege punktiirjoonega piirid liitunud molekulide vahel. Mitme molekuli ühinemisel on moodustunud kujutatud lõik?



3. Mis biomolekulide gruppi kuulub insuliin esitatud lõigu struktuuri põhjal?
a) sahhariid, b) valk, c) rasv
4. Mis funktsioon on insuliinil organismis?



12.8. Joonisel on kujutatud lõiku ämblikuniidi põhikomponendi (molaarmass 200 000–300 000 g/mol) molekulist.



1. Mis biomolekulide gruppi kuulub ämblikuniidi põhikomponent? Põhjendage.

- a) monosahhariid b) polüsahhariid c) rasv d) aminohape e) valk

2. Mis tüüpi vastastiktoimed võivad esineda kahe ahelalõigu vahel? Nimetage vastastiktoime tüüp ja kujutage need joonisel punktiirjoonega.

3. Kuidas mõjutab eelmises alapunktis nimetatud vastastiktoimete esinemine ämblikuniidi omadusi? Selgitage.

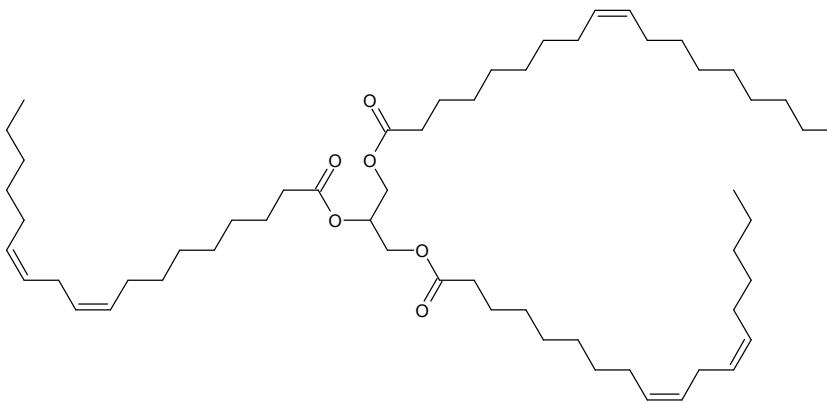
4. Miks koovad ämblikud võrke?



*5. Valgu aminohappelise koostise uurimiseks keedetakse seda esmalt kanges soolhappe lahuses. Mis juhtub selle käigus valguga?

12.9. Joonisel on kujutatud ühte päevalilleõlis sisalduvat molekuli.

1. Mis aineklassile iseloomulikke funktsionaalrühmi see molekul sisaldab? Ümbritsege need ringiga ning kirjutage vastavate aineklasside nimetused.



2. Mis biomolekulide gruppi see ühend kuulub? Põhjendage.

- a) monosahhariid b) polüsahhariid c) rasv d) aminohape e) valk

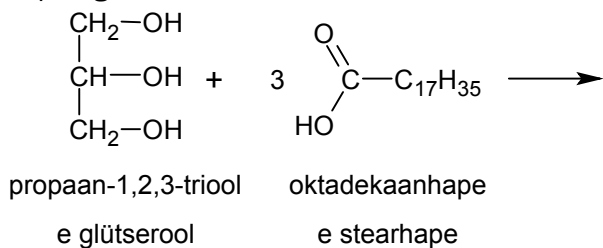
3. Mis ühendite reageerimisel see molekul moodustunud on? Näidake molekuli struktuuris neile vastavad lõigud.

4. Mis taimeosast valmistatakse päevalilleõli? Kuidas seda õli argielus kasutatakse?

5. Päevalilleõlist valmistatakse margariini. Üks võimalus selleks on ümberesterdamine. Mis on teine võimalus? Kirjeldage.

12.10. Glütserooli ja kolme stearhappe molekuli reageerimisel moodustub loomsetes rasvades leiduv triglütseriid.

1. Lõpetage reaktsioonivõrrand.



2. Kirjutage lünka õige mõiste sobivas käändes. Mõistete loetelu leiad alaosa lõpust.

Glütserool kuulub aineklassi, stearhape
aineklassi. Nende reageerimisel moodustuv triglütseriid kuulub
aineklassi.

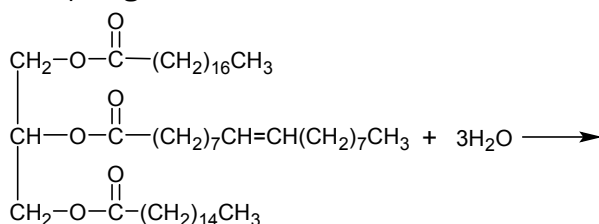
Loetelu: ● alkohol ● amiin ● aldehüüd ● karboksüülhape ● ester ● amiid

3. Kirjeldage lühidalt triglütseriidide biofunktsiooni.

.....
.....

12.11. Täitke tööülesanded.

1. Lõpetage reaktsioonivõrrand.



2. Selgitage kulgevat reaktsiooni. Mis biomolekulide grupi esindajaga reaktsioon kulgeb ning kuidas nimetatakse vastavat reaktsioonitüüpi? Mis on reaktsiooni saadused?

.....
.....

3. Kuidas nimetatakse aineid, mis kiirendavad vastava reaktsiooni kulgemist organismides?

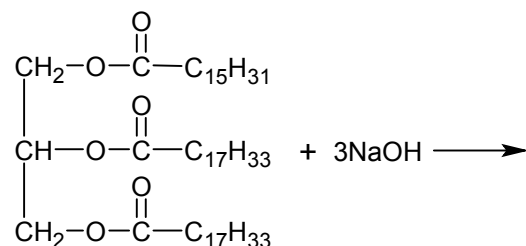
.....

12.12. Oliiviõlis leiduvates rasvades on kõige suurema sisaldusega rasvhape olehape

$\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, mille molekul sisaldab ühte süsinikevahelist kaksiksidet.

1. Kas olehape on küllastunud või küllastumata rasvhape?

2. Lisaks toiduvalmistamisele saab oliiviõlist teha ka seepi. Lõpetage reaktsioonivõrrand.

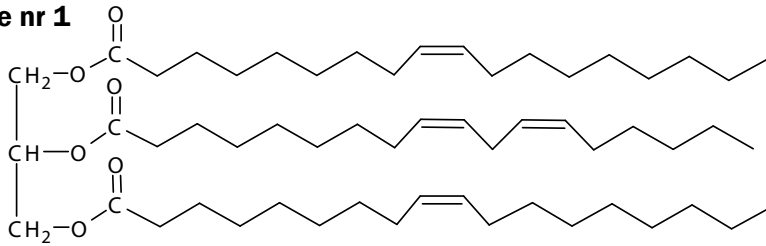


3. Millised kolm riiki on maailma suurimad oliiviõli tootjad?



12.13. Kujutatud on looduses leiduvate ühendite struktuurivalemid. Vastake küsimustele. Kui küsimuses on esitatud vastusevariandid, tõmmake õigele variandile joon alla.

Aine nr 1



1. Mis biomolekulide rühma kuulub aine nr 1?

- a) aminohape b) rasvhape c) sahhariid d) valk e) rasv

Põhjendus:

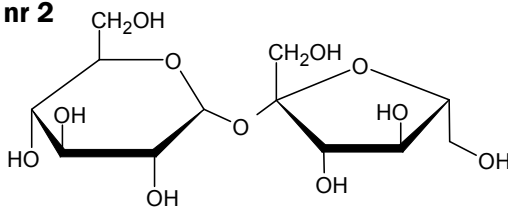
2. Millise toiduaine koostises võiks ainet nr 1 kõige tõenäolisemalt esineda?

- a) loomaliha b) rapsiõli c) kartul d) ananass e) kanamuna valge

3. Aine nr 1 molekul reageerib ühinemisreaktsiooni käigus vesinikuga. Kuidas nimetatakse vastavat reaktsioonitüüpi?

- a) hüdrolyüs b) elektrolüüs c) hüdraatimine
d) oksüdeerumine e) hüdrogeenimine f) dehüdrogeenimine

Aine nr 2



4. Millisesse biomolekulide rühma kuulub aine nr 2?

- a) aminohape b) rasvhape c) sahhariid d) valk e) rasv

Põhjendus:

5. Millise toiduaine koostises võiks aine nr 2 kõige tõenäolisemalt esineda?

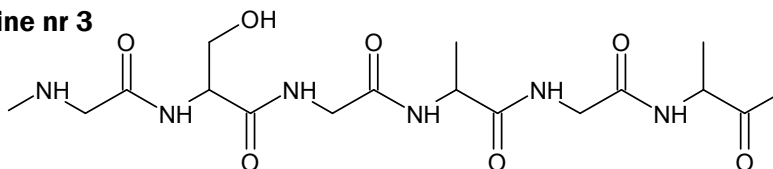
- a) loomaliha b) päevalilleõli c) kartul d) ananass e) kanamuna valge

6. Koostage aine nr 2 summaarne valem.

7. Kumb ainetest (**aine nr 1** või **aine nr 2**) on vees lahustuv? Põhjendage.

.....
.....

Aine nr 3



8. Millisesse biomolekulide rühma kuulub aine nr 3?

- a) aminohape b) rasvhape c) sahhariid d) valk e) rasv

Põhjendus:

9. Millise tekstiilkiu põhikomponendiks on see ühend?

- a) puuvill (polüsahhariid) b) siid (polüamiid) c) polüetüleentereftalaat (polüester)

12.14. Redutseeriva sahhariidi (nt glükoosi) tõestamine



Katsevahendid: NaOH, CuSO₄, HCl (lahused), põleti, uuritavate sahhariidide lahused, nt glükoos, sahharoos, laktoos (piim), tärklis (leib) jne

Selgitus

Redutseerivate sahhariidide hulka kuuluvad aldehüüdrühma sisaldavad sahhariidid, näiteks glükoos. Neid on võimalik tõestada vask(II)ioonide abil aluselises keskkonnas. Redutseerivate sahhariidide (R-CHO) toimel moodustub aluselise vask(II)ioone sisaldava reaktsioonisegu kuumutamisel oranžikas Cu₂O.



1. Kas selle reaktsiooni käigus vask(II)ioonid oksüdeeruvad või redutseeruvad? Põhjendage.
2. Kas selle reaktsiooni käigus glükoos (R-CHO) oksüdeerub või redutseerub? Põhjendage. Kui reaktsioonisegus redutseerivat sahhariidi ei esine, siis moodustub mustjaspruun vask(II)oksiid ning redoksreaktsiooni ei kulge.

Katse nr 1

Võtke katseklaasi 2 ml glükoosi lahust ning lisage sellele 1–2 ml NaOH lahust ning mõned tilgad CuSO₄ lahust. Kuumutage reaktsioonisegu. Mida on näha? Põhjendage.

Katse nr 2

Teostage katsega nr 1 analoogne katse sahharoosiga. Mida on näha? Mida saab sellest järeldada?

Katse nr 3

Planeerige ja teostage eeltoodule tuginedes katse, millega saab vastata järgmisele uurimisküsimusele:

Missuguste happelis-aluseliste omadustega keskkonnas hüdrolyüsib sahharoos glükoosiks ja fruktoosiks?

Katse nr 4

Planeerige ja teostage eeltoodule tuginedes katse, millega uurida piimas või leivas leiduvate sahhariidide (või nende hüdrolyüsisaaduste) redutseerivaid omadusi.

12.15. Keskkonnategurite mõju valkude struktuurile



Katsevahendid: munavalge lahus, piim vm valgurikas toode, CuSO₄, Pb(NO₃)₂, HCl, NaOH (lahused), orgaaniline ühend (nt etanool, atsetoon), põleti

Selgitus

Valgud on keskkonnatingimuste muutumise suhtes tundlikud. Järsk muutus keskkonnas põhjustab muutusi valgumolekulis valitsevates vastastiktoimetes, mille tagajärjel ta kaotab endale omase ja bioloogiliseks toimimiseks vajaliku kõrgemat järku struktuuri, st valk „pakib end lahti“. Seda nimetatakse denaturatsiooniks. Sellega võib kaasneda koagulatsioon ehk valguahelate „kokku kleepumine“. Seda on näha nt muna praadimisel: munavalge muutub tahkeks läbipaistmatuks valgeks massiks.

Uurimisülesanne

Uurige valkude tundlikkust erinevate keskkonnamuutuste suhtes, kasutades loetletud katsevahendeid.



Millel põhineb etanooli ja propaan-2-ooli desinfitseeriv toime (nt enne süsti)?

KORDAMISÜLESANDED

1. Esitatud on kaheksa organismide jaoks olulise ühendi struktuurid.

Aineklassid

1.1. Ühendites nr **1)–4)** on ümbritsetud nelja aineklassi funktsionaalrühmad. Kirjutage vastavate aineklasside nimetused.

1.

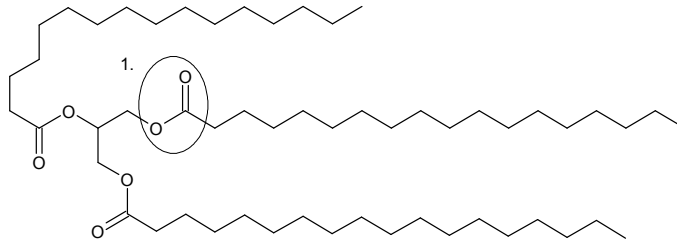
2.

1.2. Kirjutage ühendite nr **1)–8)** järele õigele kirjeldusele vastav täht **a)–n)**. Osa vastusevariante jääb üle.

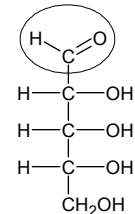
3.

4.

1)

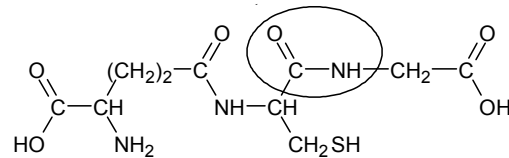
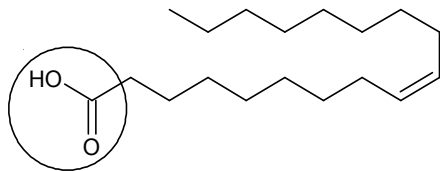


2)

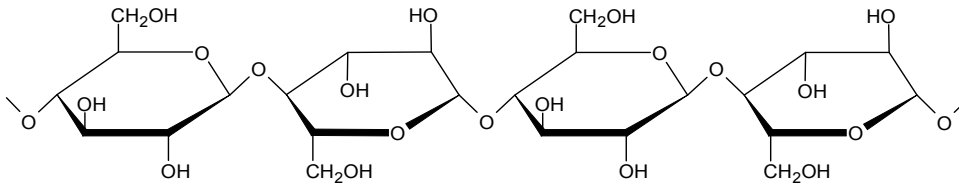


3)

4)



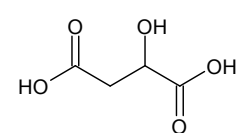
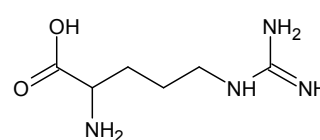
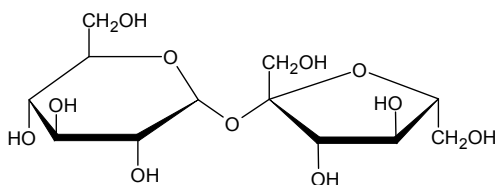
5)



6)

7)

8)



a) küllastumata rasvhape, mida leidub märgatavalt oliivi- ja rapsiõlis

b) küllastunud rasvhape, mida leidub palmiõlis ning kasutati napalmi valmistamiseks

c) triglütseriid (rasv), mida võib leiduda veiserasvas

d) 5-süsinikuline monosahhariid riboos, mis on oluline ribonukleiinhappe (RNA) komponent

e) 6-süsinikuline monosahhariid galaktoos, mis esineb piimasuhkru molekuli koostises

f) disahhariid (oligosahhariid) sahharoos, mida saadakse suhkruroost ja suhkrupeedist

g) polüsahhariid tärklis, mida leidub teraviljas ja kartulites

h) polüsahhariid tselluloos, mis moodustab põhiosa puuvillast

i) hüdrosühape, mis eraldati esmakordselt õunamahlast

j) aminohape, mida leidub märgatavalt nt ubades ja hernestes, lihas ja munas

k) oligopeptiid glutatioon, mis on antioksidatiivsete omadustega

l) polüalkeen, millest valmistatakse tekstiilkiudu

m) polüester, millest valmistatakse tekstiilkiudu

n) polüamiid, millest valmistatakse tekstiilkiudu