

Szerves kémia

Oktatási segédlet

mezőgazdasági mérnök (BSc)
és mezőgazdasági mérnök (FOSZK)
szakok hallgatói számára

Szerkesztette:
Kalmárné Vass Eszter

A tananyag elkészítését a „**NYE-DUÁL- Új utakon a duális felsőoktatással a Nyíregyházi Egyetemen, az Északkelet-Magyarországi térség felemelkedéséért**” az **EFOP-3.5.1-16-2017-00017** számú projekt támogatta. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Szerkesztő:
Kalmárné Vass Eszter

Lektor:
Vincze György

Kézirat lezárva: 2018. 09. 30

ISBN:

Kiadja: Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi
Intézet

Bevezetés

Szerves vegyületek fogalma

- Szerves vegyületnek nevezzük a C-tartalmú vegyületeket.
- A szervetlen vegyületek között szoktuk tárgyalni pl. a következőket (miért?)
 - Széndioxid
 - Szénmonoxid
 - Szénsav és sói (karbonátok)
 - Hidrogén-cianid, ciánsav és sóik

A szerves vegyületek...

- A szerves vegyületek száma végtelen
- Felépítésükben csak néhány elem vesz részt
 - C, H, O, N, S, P, halogének
 - Fémek
- Hőre érzékenyek
- Vízen többnyire rosszul, szerves oldószerekben jól oldódnak
- Kémiai tulajdonságaik függenek
 - A bennük lévő elemek tulajdonságaitól
 - Molekulában elfoglalt helyüktől
 - Kapcsolódási sorrendjüktől
- Bennük a C atom mindig négy vegyértékű
- A C atomok egy vagy több vegyértékkel egymáshoz kapcsolódva hosszabb-rövidebb láncokat és gyűrűket alkothatnak.

A C atom különleges elektronszerkezete

- A szén különleges tulajdonságai elektronszerkezetéből és a periódusos rendszerben elfoglalt helyéből adódik:
 - A periódusos rendszer hatodik eleme és a IV. oszlopban helyezkedik el.
 - Egyszerű anion és kation képzésre nem hajlamos, elektronegativitása alapján önmagában is és más elemekhez is mindig kovalens kötéssel kapcsolódik.

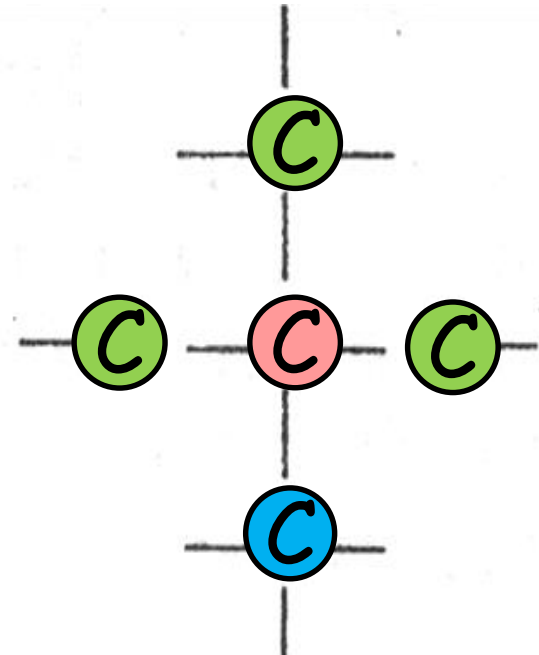
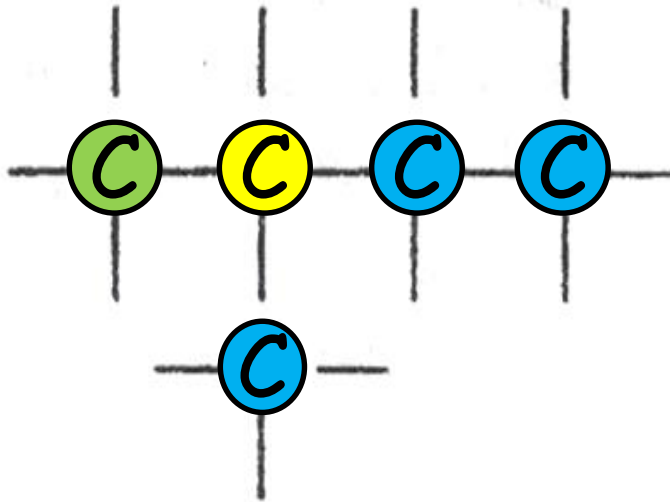
A C atomok rendűsége

Primer (elsőrendű)

Szekunder (másodrendű)

Tercier (harmadrendű)

Kvaterner (negyedrendű)



Izoméria

- Fogalma
 - Az azonos összegképletű, de különböző szerkezeti képletű vegyületeket **izomer vegyületeknek**, a jelenséget pedig **izomériának** nevezzük.
- Típusai
 - Szerkezeti (struktúr) izoméria
 - Szénlánc izoméria (egy vagy több atom a szénlánc más-más szénatomjához kapcsolódik)
 - Helyzeti izoméria (a telítetlen kötés helyzete különböző)
 - Tér- (sztereo) izoméria
 - Geometriai (cisz-transz) izoméria
 - Optikai izoméria (aszimmetrikus szénatomok)

Szerkezeti izoméria

- $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ 1- butén
 - $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$ 2- butén
- } helyzeti izomerek

- $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- } láncizomerek

- $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
 - $\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_3$
- } helyzeti -és
} láncizomerek

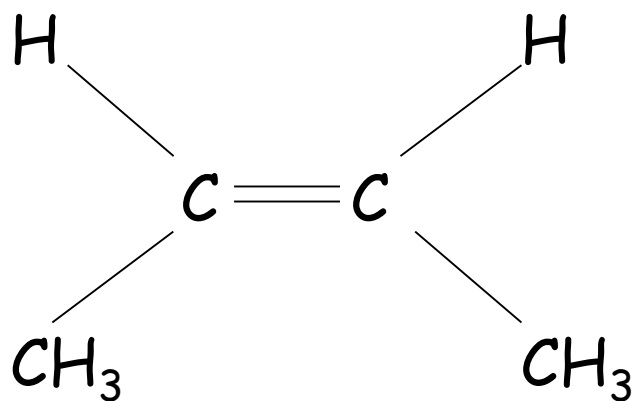
Tér (sztereo) izoméria

Geometriai (cisz-transz) izoméria

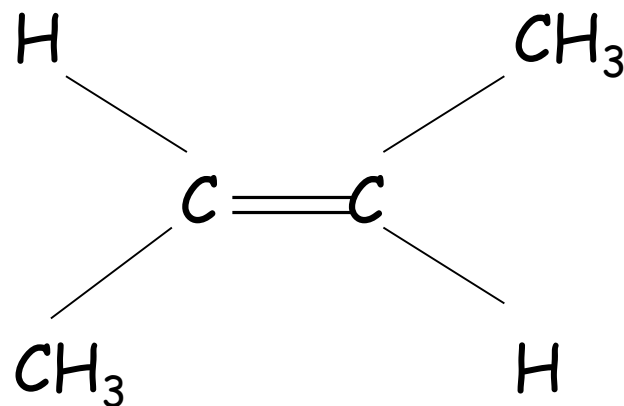
- Minden olyan kettős kötést tartalmazó vegyületnek, ahol a két (kettős kötésű) szénatomhoz két különböző atom vagy atomcsoport kapcsolódik, két **térizomerje** (cisz - transz izomerek) van.

Tér (sztereo) izoméria

Geometriai (cisz-transz) izoméria



cisz-butén



transz-butén

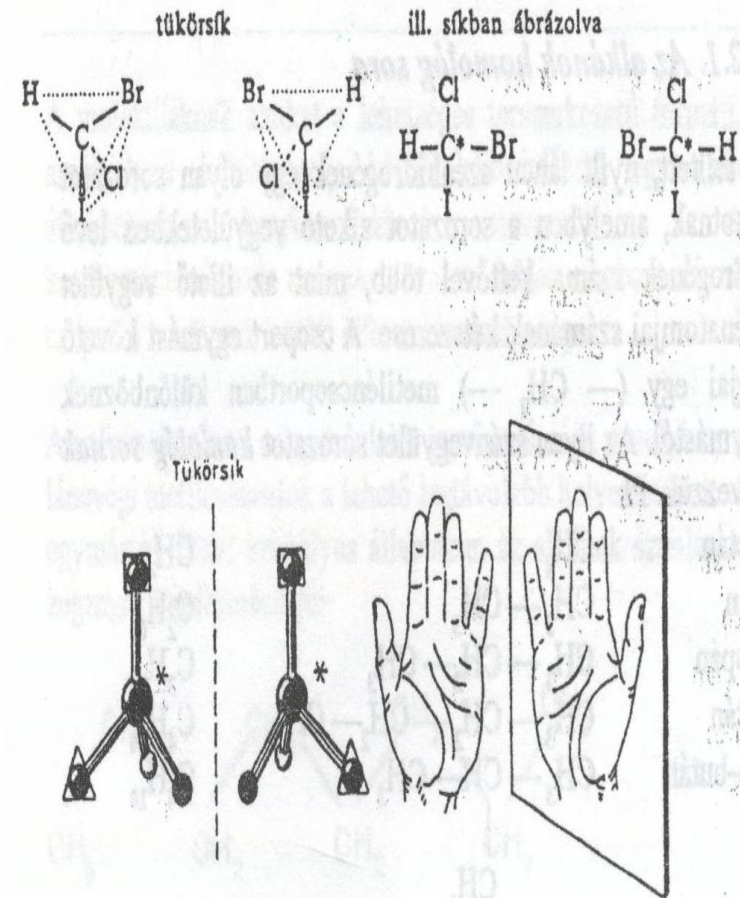
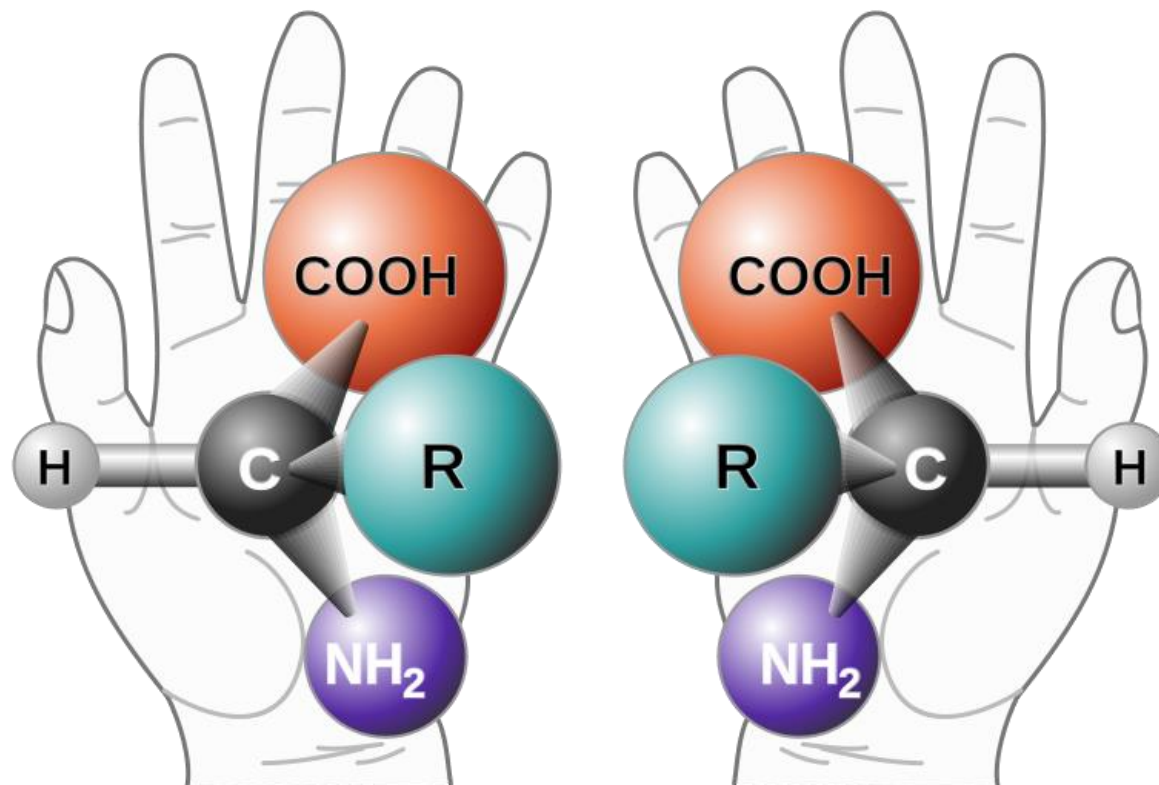
Tér (sztereo) izoméria

Optikai izoméria

- Optikai izoméria azoknál a vegyületeknél lép fel, amelyekben található olyan szénatom, amely mind a négy vegyértékével más-más atomhoz vagy atomcsoporthoz kapcsolódik.

Tér (sztereo) izoméria

Optikai izoméria (kiralitás)



Enantiomerek

- Ha a molekulában egy aszimmetriás szénatom van, akkor az optikai sztereoizomerek (térizomerek) száma 2 ($\rightarrow$ 1 enantiomer pár); ha két aszimmetriás szénatom van a molekulában, akkor az optikai sztereoizomerek száma 4 ($\rightarrow$ 2 enantiomer pár); n aszimmetriás szénatomok esetén az izomerek száma 2^n , (ahol n az aszimmetriás szénatomok száma. Az enantiomer párok száma ekkor $2^n/2$.

Szintetikus enantiomerek (módosulatok)

- Mivel az enantiomerek az optikai forgatás irányát kivéve valamennyi fizikai, kémiai tulajdonságaikban azonosak, kémiai szintézissel előállítva azokat, azonos valószínűséggel keletkeznek jobbra, ill. balra forgató molekulák. Így a kapott keverék forgatása nulla lesz. Az ilyen, jobbra, ill. balra forgató enantiomert azonos mennyiségben tartalmazó keveréket **racém keveréknek** nevezik.

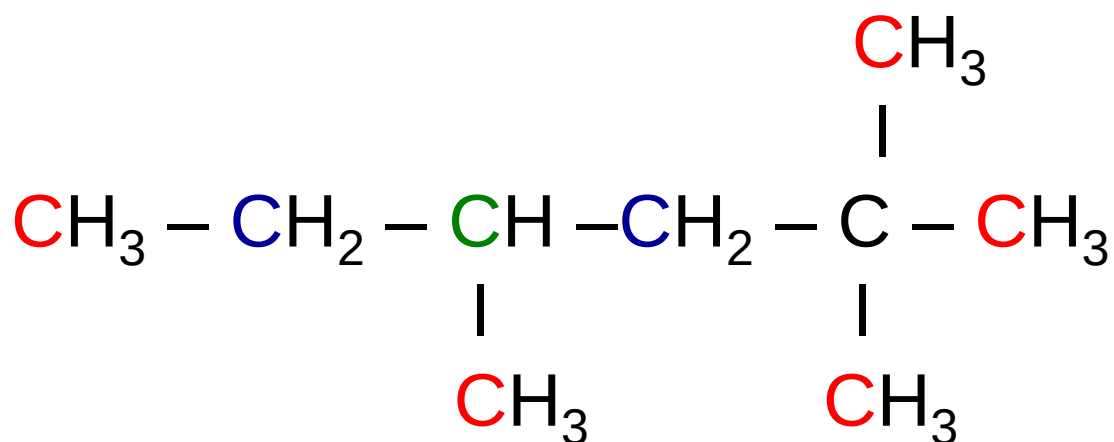
Biológiai rendszerekben...

- az anyagcsere folyamatait **enzimek** katalizálják, amelyek maguk is királis szerkezetűek, és így "különbséget tudnak tenni" valamely vegyület enantiomer módosulatai között, és a két módosulat közül csak az egyiket használják fel, alakítják át. Ez a biokémiai folyamatok egyik legalapvetőbb jellegzetessége.

Szénhidrogének elnevezése

Az alkánok (C_nH_{2n+2})

- A legegyszerűbb szerkezettel rendelkeznek
- Bennük a **C-C kötés** mindig **egyszeres**
- Telített vegyületek



- **Primer** – **szekunder** – **tercier** – kvaterner C atom

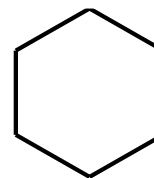
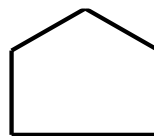
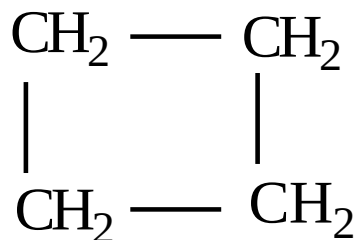
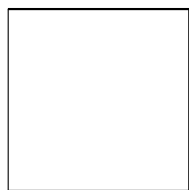
Az alkánok (C_nH_{2n+2})

Egyeneslácú alkánok, $H(CH_2)_nH$

Szénatomok száma, n	Név	Forráspont °C	Olvadáspont °C
1	metán	-162	-183
2	etán	-89	-172
3	propán	-42	-190
4	bután	-0,5	-135
5	pentán	36	-130
6	hexán	69	-95
7	heptán	98	-91
8	oktán	126	-57
9	nonán	151	-54
10	dekán	174	-30
11	undekán	196	-26
12	dodekán	216	-10
13	tridekán	235	-6
14	tetradekán	254	6
15	pentadekán	271	10

A gyűrűs alkánok (C_nH_{2n})

- Úgy származtathatók, hogy egy alkán két szélső szénatomjáról elvonunk egy-egy hidrogént, és ezt a két szénatomot összekapcsoljuk.



Ciklopropán

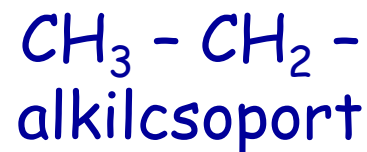
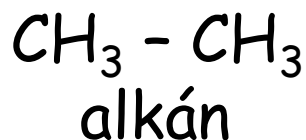
Ciklobután

Ciklopentán

Ciklohexán

Az elágazó alkánok

- Tercier és kvaterner szénatomot is tartalmazó alkánokat **elágazó alkánoknak** nevezzük
- Az el nem ágazó alkánok, mint **alapvegyületek** helyettesített származékainak tekinthetők.
- A **helyettesítő csoportok** úgy származtathatók, hogy egy el nem ágazó alkán egyik primer szénatomjáról eltávolítunk egy hidrogénatomot. Ekkor egy olyan csoport jön létre, amely egy szabad vegyértékkel rendelkezik. Ezt a csoportot **alkilcsoportnak** nevezzük.



Az elágazó alkánok elnevezése

$\text{CH}_3 -$ **metil**

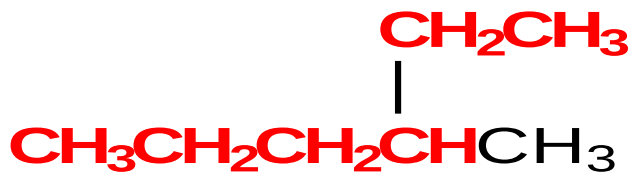
$\text{CH}_3\text{CH}_2 -$ **etil**

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2 -$ **butil**

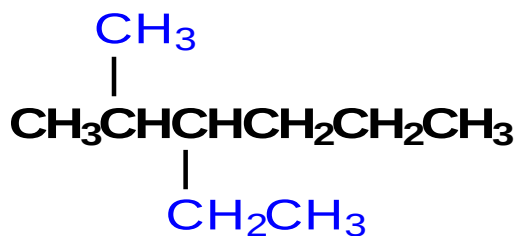
- Egy elágazó alkán szabályos nevét a nevezéktani szabályok alapján lehet megalkotni.

Az elágazó alkánok elnevezése

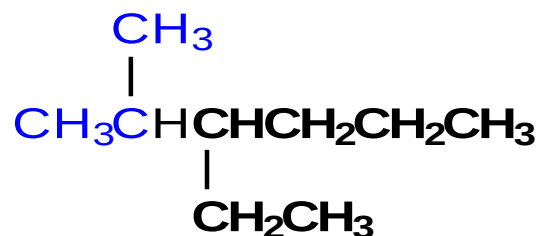
1. Kijelöljük a molekulában a **leghosszabb** szénláncot. Ez az alábbi esetben hat (és nem öt) szénatomból áll, azaz az alapváz **hexán**.



2. Két, azonos hosszúságú lánc közül azt választjuk ki, amelyiknél **több az elágazás**, a jelen esetben azt, ahol két elágazás található.



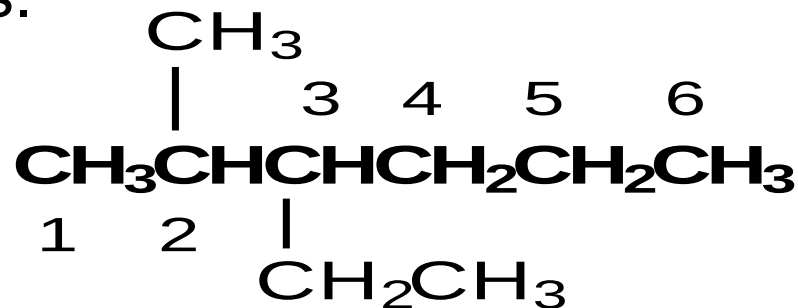
két elágazás



egy elágazás

Az elágazó alkánok elnevezése

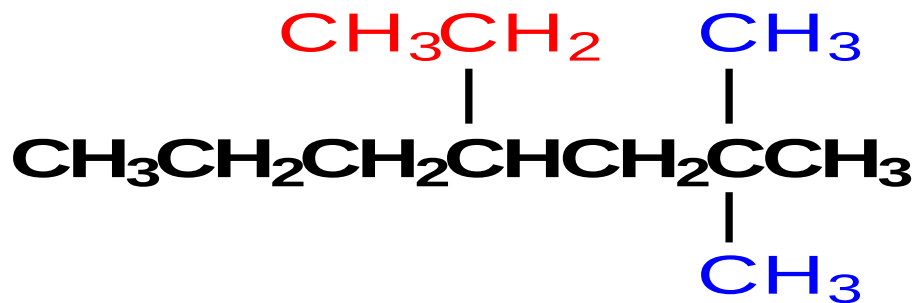
3. **Megszámozzuk** a szénlánc szénatomjait, arról az oldalról kezdve, amelyikhez közelebb van elágazás.



4. A szénatomok megszámozása után minden elágazáshoz azt a számot **rendeljük**, amelyik szénatomhoz kapcsolódik.
5. Az elágazásokat alkilcsoportoknak tekintjük, és elnevezésük a szokásos módon történik, azaz az **án** végződéseket **il** végzödésekre változtatjuk.

Az elágazó alkánok elnevezése

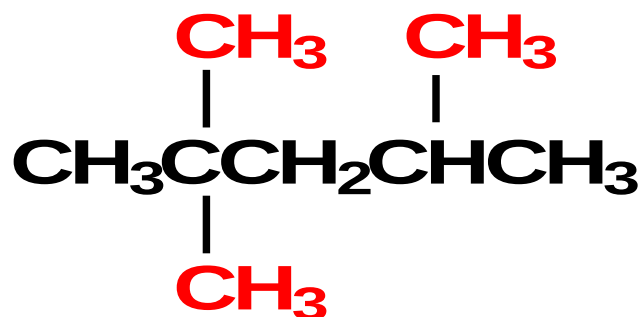
6. Az alkilcsoportokat **betűrendben** soroljuk fel. Ha egy csoport többször is előfordul, ezt a csoport neve elé írt **sokszorozó előtaggal** (di, tri, tetra, stb.) fejezzük ki.
- A sokszorozó előtagokat azonban a betűrend megállapításánál **nem vesszük** figyelembe.
 - A közvetlenül az alapvegyület neve előtt álló szubsztituens nevét egybeírjuk az alapvegyület nevével, a további előtagokat viszont kötőjellel választjuk el egymástól.



4-Etil-2,2-dimetilheptán

Az elágazó alkánok elnevezése

7. Ha az elágazások azonos távolságra vannak a szénlánc végeitől, azt a számozást választjuk, amelyik kisebb számokhoz vezet a további alkilcsoportok esetében.



2,2,4-Trimetilpentán

- Ez a szabály annak az általános elvnek felel meg, hogy a szubsztituensek jelölésére mindig a lehető legkisebb **helyzetszám-készletet** kell használni. Ez azt a készletet jelenti, amelyikben, ha a helyzetszámokat növekvő sorrendbe rakjuk és más helyzetszám-készletekkel hasonlítjuk össze, az első különbség elérésekor a kisebb számhoz jutunk (azaz **2,2,4** és nem **2,4,4**).

Az elágazó alkánok elnevezése

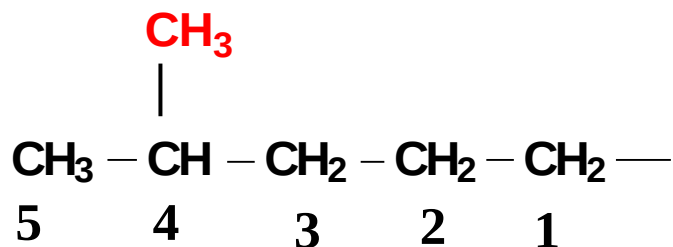
8. Azonos helyzetszám-készletek esetében a **betűrendben** előrébb álló szubsztituens kapja a kisebb helyzetszámot.



3-Etil-5-metilheptán

Az elágazó alkánok elnevezése

9. Egy alkilcsoport azonban további **elágazásokat** is tartalmazhat. Az elágazó alkilcsoportok neveit ugyanúgy képezzük az el nem ágazó alkilcsoportok neveiből, ahogyan az elágazó alkánok neveit képeztük az el nem ágazó alkánok neveiből. Az elágazó alkilcsoportok szénatomjainak számozásánál az a láncvégi szénatom kapja az 1-es számot, amelyikről a hidrogént eltávolítottuk, és ezt itt sem kell külön jelezni.



– 4-Metilpentil-

Az elágazó alkánok elnevezése

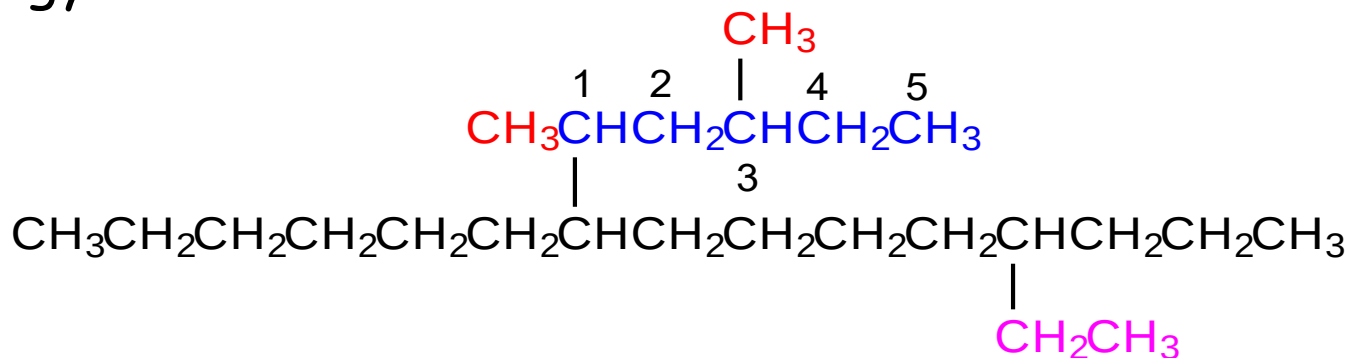
10. A kisebb molekulájú elágazó alkilcsoportok esetében a szabályos név helyett a szabályzat megengedi a tradicionális nevek használatát is, és a gyakorlatban általában éppen ezek a tradicionális nevek használatosak.

Az elágazó alkánok elnevezése

Alkilcsoport	Szabályos név	Tradicionális név
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}- \end{array}$	1-Metiletil	Izopropil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}- \end{array}$	1-Metilpropil	<i>szek</i> -Butil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CHCH}_2- \end{array}$	2-Metilpropil	Izobutil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{C}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	1,1-Dimetiletil	<i>terc</i> -Butil
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3\text{CCH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	2,2-Dimetilpropil	Neopentil

Az elágazó alkánok elnevezése

11. Az összetett alkilcsoportok szabályosan képzett neveit egy elágazó alkán nevében zárójelbe tesszük. Az összetett alkilcsoportok betűrendben történő felsorolásánál a sorrend megállapításához a zárójelben lévő teljes név első betűjét vesszük figyelembe.



9-(1,3-Dimethylpentil)-4-ethylpentadekán

Melyek a szénhidrogének elnevezésének főbb szabályai?

1. Kiválasztjuk és elnevezzük a főláncot (a leghosszabb összefüggő szénlánc)
2. Megszámozzuk a főlánc szénatomjait (arról a végeről kezdve, amelyikhez közelebb van az elágazás)
3. Az oldallánc (alkil-csoport) nevét a helyzetüket megadó számokkal együtt a főlánc elé írjuk ábécé sorrendben
4. Ha azonos csoport többször szerepel, akkor elé tesszük a di-, tri-, tetra- szócskát
5. Ha azonos C-atomhoz két azonos csoport kapcsolódik, akkor a helyzetüket megadó számot is kétszer kell leírni
6. Ha két azonos hosszúságú lánc lehetne a főlánc, akkor azt kell választani, amelyik több elágazást tartalmaz
7. Ha a lánc végétől két elágazás azonos helyzetben van (azonos sorszámot kapnának az elágazásnál lévő C-atomok), akkor arról kezdjük a számozást, amerről az ábécében előbb álló csoport kapcsolódik

Szerves vegyületek csoportosítása

Tananyag

1. Hogyan csoportosíthatjuk a szerves vegyületeket?
2. Hogyan lehet csoportosítani az azonos elemi összetételű (ill. heteroatomos) szerves vegyületeket?
3. Mik azok a funkciós csoportok?
4. Melyek a legfontosabb funkciós csoportok?

A szénvegyületek csoportosítása

A csoportosítás mindig önkényes. Olyan csoportokat képezhetek, amelyeneket akarok, csak meg kell mondanom, hogy milyen szempont szerint történt a csoportok kialakítása!

Hogyan csoportosíthatjuk a szerves vegyületeket?

- A szénlánc alakja szerint
 - Nyílt láncú
 - Egyenes (normális)
 - elágazó
 - Zárt láncú (gyűrűs)
- A szénatomok közötti kötések alapján
 - Telített vegyületek (csak egyszeres kovalens kötések)
 - Nyílt láncú és gyűrűs
 - Telítetlen vegyületek (egyszeres, kétszeres, háromszoros kötések)
 - Nyílt láncú és gyűrűs
 - Aromás vegyületek
- Elemi összetételük alapján
 - Szénhidrogének (csak C és H)
 - Heteroatomos vegyületek (C, H és más heteroatomok - O, N, S, halogének)

A szénvegyületek elemi összetétele általában egyszerű, így megkülönböztetésükhöz egyéb információra is szükség van.

A szénvegyületek csoportosítása néhány szempont alapján

- A szénváz alakja és a molekulában levő kötések típusa
 - Nyílt láncú
 - El nem ágazó láncú
 - Telített, telítetlen, többszörösen telítetlen
 - Kettős kötés(eke)t, hármass kötés(eke)t tartalmazók
 - Elágazó láncú
 - Telített, telítetlen, többszörösen telítetlen
 - Kettős kötés(eke)t, hármass kötés(eke)t tartalmazók
 - Zárt láncú
 - El nem ágazó láncú
 - Telített, telítetlen, többszörösen telítetlen
 - Kettős kötés(eke)t, hármass kötés(eke)t tartalmazók
 - Elágazó láncú
 - Telített, telítetlen, többszörösen telítetlen
 - Kettős kötés(eke)t, hármass kötés(eke)t tartalmazók
 - Aromás
 - Oldalláncot nem tartalmazó
 - Oldalláncot tartalmazó
 - Telített, telítetlen, többszörösen telítetlen
 - Kettős kötés(eke)t, hármass kötés(eke)t tartalmazók

Hogyan lehet csoportosítani az azonos elemi összetételű (ill. heteroatomos) szerves vegyületeket?

(Hogyan lehet megkülönböztetni az azonos elemi összetételű, de különböző tulajdonságú szerves vegyületeket egymástól?)

- Pl.: elemi ösztétel: C, H, O
 - Aldehyde, ketonok (szénhidrátok)
 - Alkoholok, fenolok
 - Éterek
 - Észterek
 - Savak

Az azonos elemi összetételű (ill. heteroatomos) szerves vegyületeket funkciós csoportjaik alapján különböztetjük meg.

Mik azok a funkciós csoportok?

A szerves vegyületek azon heteroatomjai, vagy atomcsoportjai, amelyek a vegyület tulajdonságait alapvetően meghatározzák.

- A funkciós csoport lehet
 - Maga a heteroatom
 - Atomcsoport (heteroatom és a hozzá kapcsolódó egyéb atomok együtt)

A szerves vegyületek tulajdonságait a szénváz és a funkciós csoportok együttesen határozzák meg.

Melyek a legfontosabb funkciós csoportok?

- Halogének (F, Cl, Br, I)
- Oxigén tartalmúak
 - Hidroxi vegyületek(-OH): alkoholok, fenolok
 - Éterek (-C-O-C-)
 - Oxovegyületek (-C=O karbonil-csoport) : aldehidek, ketonok
 - Karbonsavak (-COOH karbonil+hidroxil=karboxil-csoport)
 - Észterek (-COO-C-)
- Nitrogén tartalmúak
 - Aminok (NH₂-)
 - Heterociklusos vegyületek
 - Alkaloidok
 - Amidok (-CON-)

A szénvegyületek csoportosítása a funkciós csoportok szerint (I.)

1. Külön funkciós csoport nincs, a molekula csak C és H atomokat tartalmaz
 - Szénhidrogének
 - Alkánok (normál- és izo-), cikloalkánok (paraffinok, alifás szénhidrogének)
 - Alkének (normál-, izo-, mono-, di-, tri-,... poli-) (oleffinek, alifás szénhidrogének)
 - Kumulált, izolált, konjugált
 - Alkinek (normál-, izo-, mono-, di-, tri-,... poli-) (alifás szénhidrogének)
 - Aromás szénhidrogének (az aromás gyűrűk száma és illeszkedése szerint)
 - Egygyűrűs
 - Többgyűrűs
 - » Izolált (a gyűrűknek nincs közös szénatomja)
 - » Kondenzált (a gyűrűknek van közös szénatomja)

A szénvegyületek csoportosítása a funkciós csoportok szerint (II.)

2. **Halogénszármazékok:** funkciós csoport(ok): halogén atom(ok)
 - $\text{R}-\text{X}$; $\text{R}-\text{X}_1\text{X}_2$; $\text{R}-\text{X}_1\text{X}_2\text{X}_3$; $\text{R}-\text{X}_1\text{X}_2\text{X}_3\text{X}_4$
3. **Szulfonsavak:** a funkciós csoport(ok) a C atomhoz kapcsolódó szulfocsoport(ok)
 - $\text{R}-\text{SO}_3\text{H}$ (pl. mosószerekben, szappanokban)
4. **Nitrovegyületek:** a funkciós csoport(ok) a C atomhoz kapcsolódó nitrocsoporth(ok)
 - $\text{R}-\text{NO}_2$ (pl. robbanószerkezt)
5. **Nitrozovegyületek:** a funkciós csoport(ok) a C atomhoz kapcsolódó nitrozocsoport(ok)
 - $\text{R}-\text{N}=\text{O}$ (pl. színezékek)
6. **Aminok:** a funkciós csoport(ok) a C atomhoz kapcsolódó aminocsoport(ok)
 - $\text{R}-\text{NH}_2$ (pl. melamin $\rightarrow$ kínai tejporbotrány 2009-ben)

A szénvegyületek csoportosítása a funkciós csoportok szerint (III.)

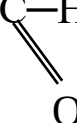
7. **Hidroxiszármazékok:** a funkciós csoport(ok) a C atomhoz kapcsolódó hidroxicsoporth(ok)

- $\text{R}-\text{OH}$ (alkoholok)
- $\text{R}-\text{C}=\text{C}-\text{OH}$ (enolok)
- $\text{Ar}-\text{OH}$ (fenolok)

8. **Éterek:** két telített vagy telítetlen szénatomot egy oxigénatom hídként kapcsol össze.

- $\text{R}_1-\text{O}-\text{R}_2$
- $\text{Ar}-\text{O}-\text{R}$

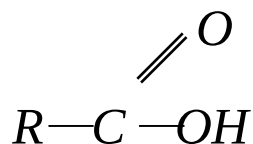
9. **Oxovegyületek:** funkciós csoport(ok) a C atomhoz kettős kötéssel kapcsolódó oxigén(ek)

- $\text{R}-\text{C}-\text{H}$ (aldehid)


- $\text{R}_1-\text{C}-\text{R}_2$ (keton)


A szénvegyületek csoportosítása a funkciós csoportok szerint (IV.)

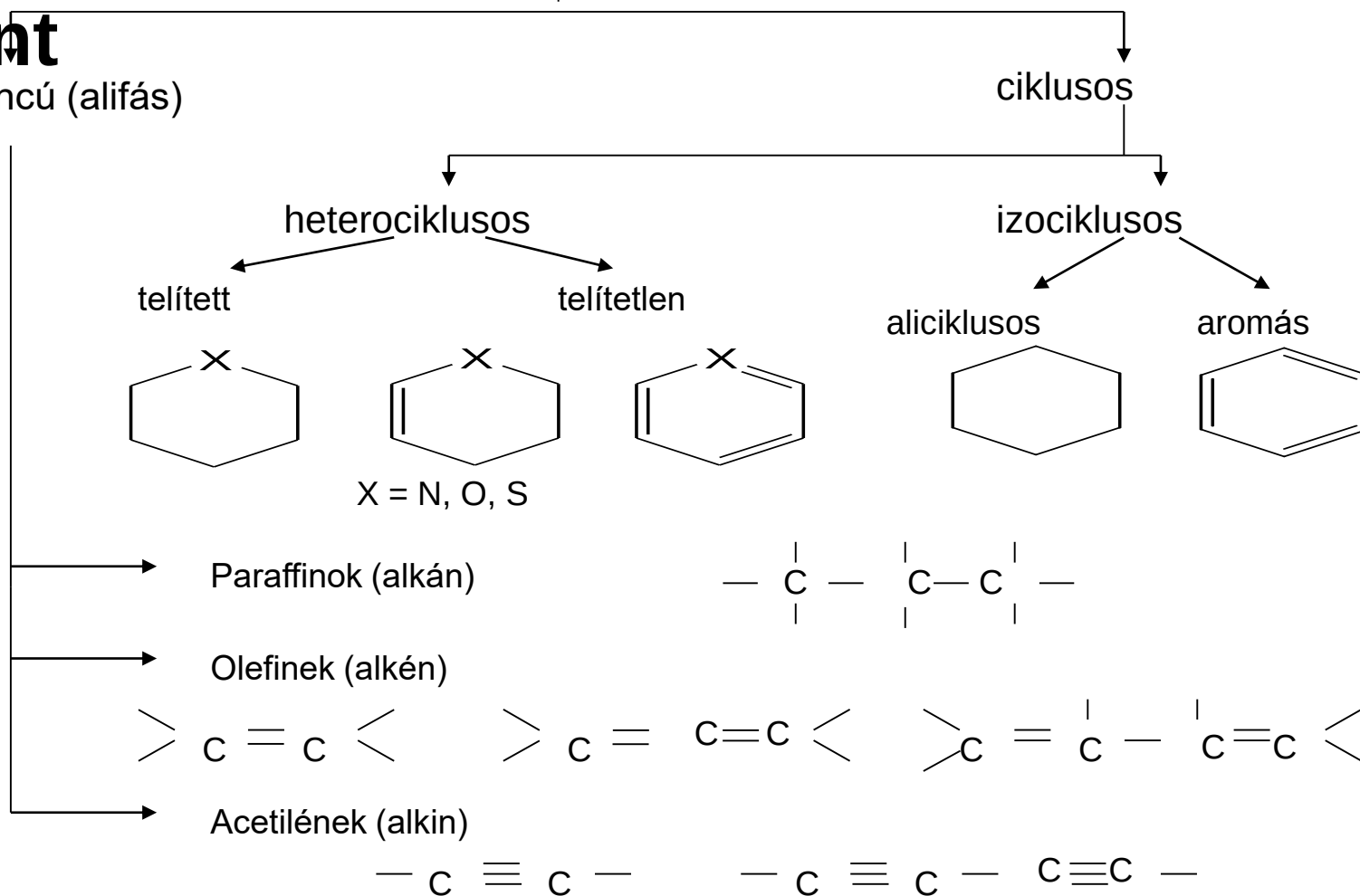
10. Karbonsavak : molekuláikban karboxil-csoport(ok) vannak, a karbonsavak.



11. Karbonsav származékok: molekuláikban a karboxilcsoport - OH csoportja más atommal vagy atomcsoporttal van helyettesítve

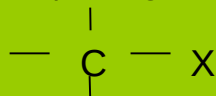
4. A szénvegyületek csoportosítása

4.1. A szénatomok által alkotott váz szerint



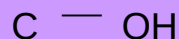
4.2. Funkciós csoportok szerint

Halogéntartalmú vegyületek (halogénezett szénhidrogének)



Oxigéntartalmú vegyületek

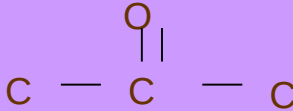
alkoholok



éterek



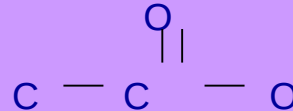
aldehidek



ketonok



karbonsavak

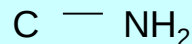


karbonsav származékok



Nitrogéntartalmú vegyületek

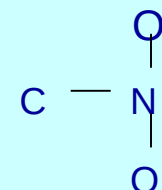
aminok



nitro vegyületek

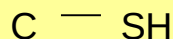


nitrozó vegyületek



Kéntartalmú vegyületek

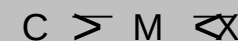
tiolok



tioéterek



Fémorganikus vegyületek



Szerves vegyületek fizikai és kémiai tulajdonságai

Az alkánok fizikai tulajdonságai

- **Halmazállapot:**
 - a sorozat első négy tagja szobahőmérsékleten gáz, az 5-17 szénatomszámúak folyadékok, az ennél nagyobb szénatomszámúak szilárdak.
- **Sűrűség:**
 - kisebb a víz sűrűségénél és a moltömeg növekedésével növekszik.
- **Forráspont:**
 - alacsonyabb, mint más azonos moltömegű szerves vegyületek forráspontja, mert a molekuláik között a leggyengébb a kölcsönhatás. A szénatomszám növekedésével a forráspont is növekszik, de egyre csökkenő mértékben.
- **Olvadáspont:**
 - a szénatomszám növekedésével növekszik, de számértéke eltér a páros, ill. a páratlan szénatomszámú vegyületek esetén. A páros szénatomszámúaké mindig magasabb, mint a homológ sorban mellettük lévő páratlan szénatomszámúaké.
- **Oldhatóság:**
 - mivel az alkánok apoláris vegyületek, a víz pedig poláris oldószer, ezért az alkánok vízzel nem elegyednek. Jól oldják viszont a sok apoláris molekularészeket tartalmazó vegyületeket (zsír, gyanta).

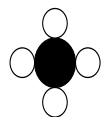
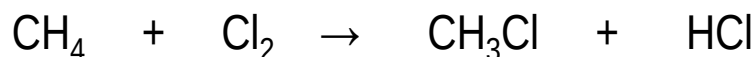
Az alkánok kémiai tulajdonságai

- Alkánok (paraffinok = parum affinis = kevésbé reakcióképes).
- Általános összegképletük: C_nH_{2n+2}
- Az alkánok legjelentősebb reakciói
 - a szubsztitúció (helyettesítés, pl. halogénezés),
 - az oxidáció és
 - a hőbontás (krakkolás)
 - izomerizálás

Alkánok jellemző reakciói

- Szubsztitúció

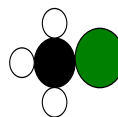
- Azokat a kémiai átalakulásokat, amelyben a molekula egyik atomját vagy atomcsoportját egy másik atommal vagy atomcsoporttal cseréljük ki (helyettesítjük), **szubsztitúciónak** nevezzük.
 - **Halogénezéskor** a szénhidrogéneket halogénmolekulákkal reagáltatjuk. A reakció szobahőmérsékleten nem játszódik le csak akkor, ha a halogénmolekulákat aktiváljuk (pl. fénnnyel).
 - A szénhidrogén egy vagy több hidrogénjét halogénatomokkal **helyettesíthetjük (szubsztituálhatjuk)**.



metán



klórgáz



Metil-klorid
(klórmétán)



Hidrogénklorid
(sósav)

A szubsztitúció végtermékei

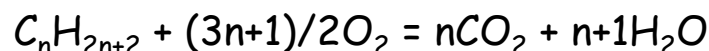
- 300 °C-on
 - A terciér szénatomokhoz kapcsolódó hidrogénatom könnyebben cserélődik ki
 - a szekunder szénatomhoz kapcsolódó hidrogénatomnál és
 - a primer szénatomhoz kapcsolódó hidrogénatom szubsztituálható legkevésbé.
 - Ennek oka a C,H-kötések erőssége közötti különbségben keresendő:
 - a metán C,H-kötésének disszociációs energiája 430 kJ/mol;
 - a primer C,H-kötés disszociációs energiája 410 kJ/mol;
 - a szekunder C,H-kötés disszociációs energiája 400 kJ/mol;
 - a terciér C,H-kötés disszociációs energiája 390 kJ/mol.
 - Klórozás esetén a különböző rendű szénatomokhoz kapcsolódó hidrogénatomok reakciókészségének körülbelüli aránya:
$$\text{III} : \text{II} : \text{I} = 4,4 : 3,3 : 1$$
- A hőmérséklet emelésével a különböző rendűségű szénatomok reakcióképessége közötti különbség csökken.
- A hőmérséklet csökkenésekor pedig a különböző rendűségű szénatomok reakcióképessége közötti nő.

Alkánok jellemző reakciói

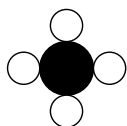
- **Oxidáció**

- Szobahőmérsékleten csak azok az alkánok oxidálhatók, amelyekben a hidrogénatom harmadrendű szénatomhoz kapcsolódik. A molekula itt eltörik és két kisebb szénatomszámú oxidált termék keletkezik.
- Az égés exoterm (hőtermelő) folyamat (erőművek, járművek, fűtés, stb.)

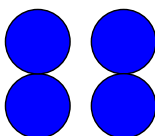
- $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ -891kJ/mol
- $\text{C}_2\text{H}_6 + 3,5\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$ -1561kJ/mol
- $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ -2221 kJ/mol



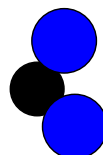
- Minden alkán gyúlékony, égéskor széndioxiddá és vízzé alakulnak át.



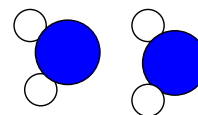
metán



oxigén



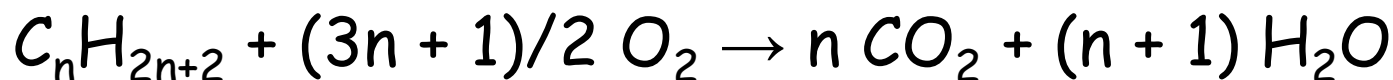
széndioxid



víz

Az oxidáció végtermékei

- A telített szénhidrogének tökéletes égésének általános reakcióegyenlete:

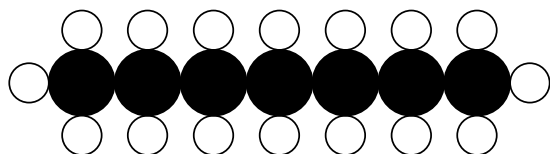
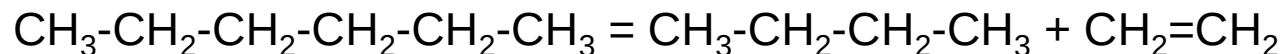


- Alacsony hőmérsékleten különböző oxigéntartalmú vegyületek.
- A termék összetétele bonyolult, a reakció nem szelektív.
- A termékek főleg
 - karbonsavak,
 - karbonilvegyületek és
 - alkoholok.

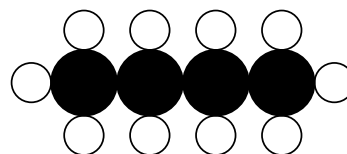
Alkánok jellemző reakciói

- **Hőbontás (krakkolás)**

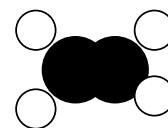
- az a folyamat, amikor magas hőmérsékleten (1000°C) a hosszabb szénláncú vegyületek láncai széttöredeznek, hidrogén és kisebb szénatomszámú telített és telítetlen **szénhidrogének** keletkeznek.



hexán



bután



etén

Alkánok jellemző reakciói

- Izomerizálás

- Katalizátorok segítségével

- 100 °C-on AlCl_3 jelenlétében

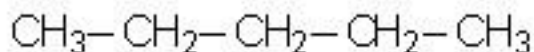
- 500°C-on Al-szilikátok jelenlétében

Pl. bután AlCl_3 , HCl és kis mennyiségű (< 0,1 %) telítetlen szénhidrogén (pl. butén) jelenlétében izobutáná izomerizálható



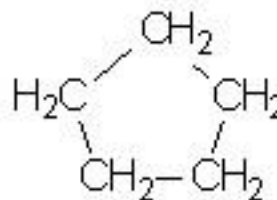
Cikloalkánok

- Cikloparaffinoknak vagy naftén-szénhidrogéneknek is szokás nevezni.
- A nyíltláncú alkánokhoz hasonló természetű vegyületek.
- Olvadás- és forráspontjuk magasabb, sűrűségük nagyobb), mint az analóg nyíltláncú szénhidrogéneké
- Általános összegképletük: C_nH_{2n}



pentán

(op. $-131\text{ }^\circ\text{C}$, fp. $31\text{ }^\circ\text{C}$)



ciklopentán

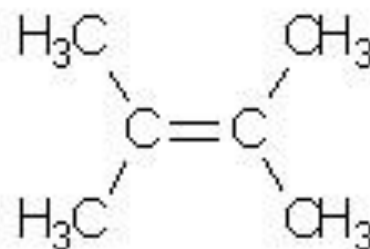
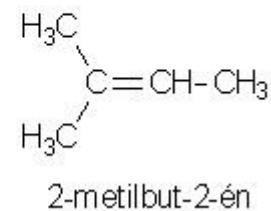
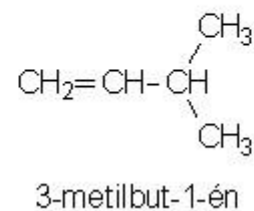
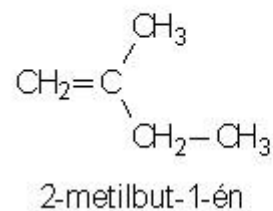
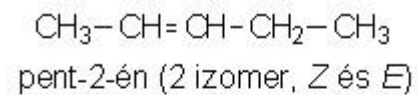
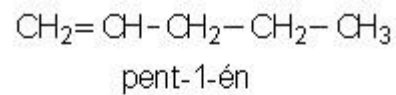
(op. $-93\text{ }^\circ\text{C}$, fp. $50\text{ }^\circ\text{C}$)

Alkének

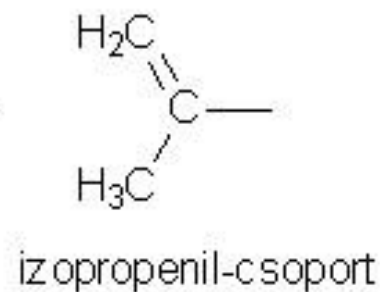
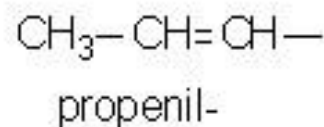
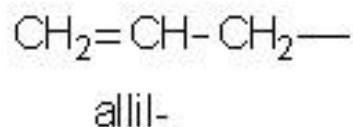
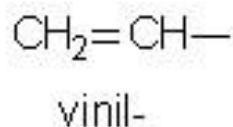
- Elemi összetételük: C és H
- Telítetlenek: egy kétszeres kötést tartalmaznak
- Általános összegképletük: C_nH_{2n}
- A szénlánc lehet
 - egyenes,
 - elágazó,
 - gyűrűs.
- Homológ sort alkotnak (minden a sorban következő vegyület csak egy $-CH_2-$ csoporttal különbözik az előzőnél)
- Az azonos C atom számú alkének és cikloalkének izomerek.

Az alkének elnevezése

- $C=C$ kötés jelenlétét a név "-én" végződésével jelöljük.
- Az elágazó szénláncú alkének nevét a $C=C$ kötést tartalmazó leghosszabb lánc szénatomszáma,
- a kettős kötés helyét pedig a lánc végéhez közelebb eső szénatom sorszáma határozza meg.
 - A számozást általában úgy kezdjük, hogy a kettős kötések helyét jelölő számok minél kisebbek legyenek).
 - Ha telítetlen kötés és elágazás együtt fordul elő a láncon, a kötés helyét jelölő szám legyen a kisebb.



tetrametilet(il)én



Az alkének fizikai tulajdonságai

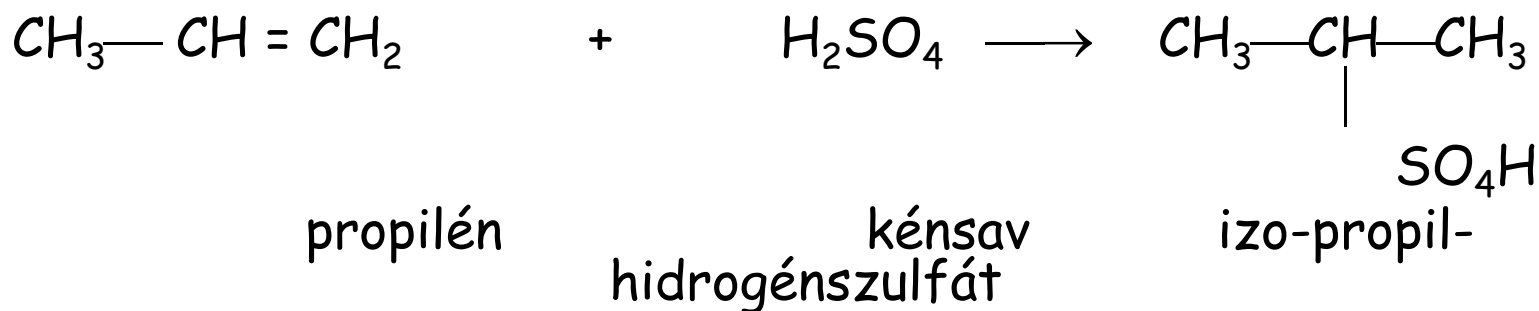
- Az alkének fizikai tulajdonságai hasonlóak az azonos szénatomszámú alkánokéhoz, mert a molekuláik hasonló szerkezetűek és moláris tömegük sem tér el lényegesen.
- **Halmazállapot:**
 - a sorozat első négy tagja gáz, az 5-10 szénatomszámúak folyadékok, az ennél nagyobb szénatomszámúak szilárdak.
- **Olvadáspont:**
 - magasabb az azonos szénatomszámú alkánokénál.
- **Oldhatóság:**
 - vízben nem, de szerves oldószerben jól oldhatóak.

Az alkének kémiai tulajdonságai

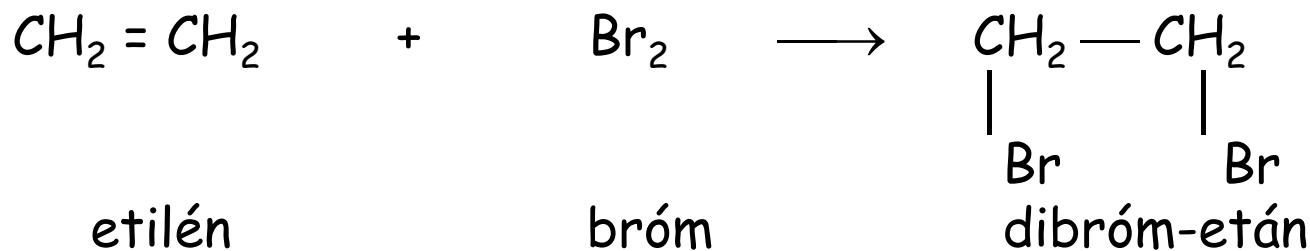
- **Kémiai tulajdonságaikat**
 - Az alkánoknál reakcióképesebbek a kettős kötés miatt. A π -kötés könnyen felszakad és könnyen alakulnak ki új kötések.
- **Jellemző reakcióik**
 - Szubsztitúció (kevésbé jellemző)
 - Addíciós reakciók
 - a kettős kötésre egy molekula kapcsolódik, **addicionálódik**.
 - Az addíciós reakciókat felhasználhatjuk a kettős kötések számának meghatározására.
- **Polimerizáció**
- **Oxidáció**

Alkének jellemző reakciói

- ásványi savak addíciója

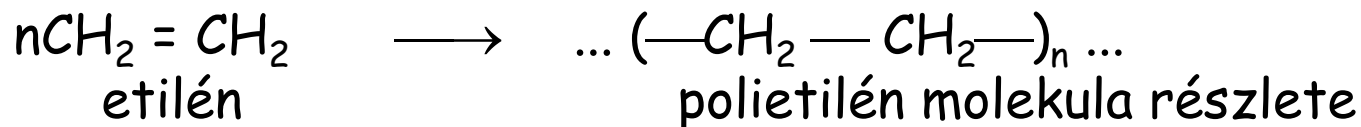


- halogének addíciója

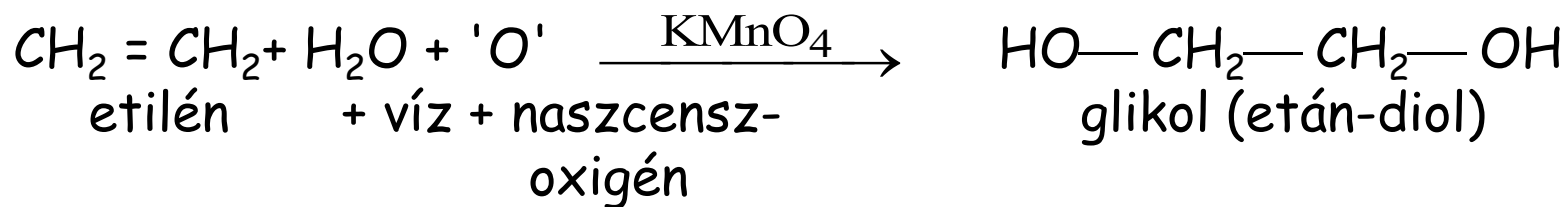


Alkének jellemző reakciói

- **polimerizáció:** az alkénmolekulák a π -kötés felszakadásakor egymással kapcsolódnak, így óriásmolekulákat hoznak létre melléktermék keletkezése nélkül.



- **oxidáció:** oxidálószer, pl. KMnO_4 (kálium-permanganát)-oldat hatására enyhe oxidáció esetén addíció játszódik le:



- Erélyesebb oxidáció esetén a kettős kötésű szénatomok között szétszakad a lánc és kisebb molekulasúlyú oxovegyületek, ill. karbonsavak keletkeznek.

Alkadiének

- Elemi összetételük: C és H
- Telítetlenek: két kétszeres kötést tartalmaznak
- Általános összegképletük: C_nH_{2n-2}
- A szénlánc lehet
 - egyenes,
 - elágazó,
 - gyűrűs.
- Homológ sort alkotnak (minden a sorban következő vegyület csak egy $-CH_2-$ csoporttal különbözik az előzőnél)

Alkinek

- Elemi összetételük: C és H
- Telítetlenek: egy hármas kötést tartalmaznak
- Általános összegképletük: C_nH_{2n-2}
- A szénlánc lehet
 - egyenes,
 - elágazó,
 - gyűrűs.
- Homológ sort alkotnak (minden a sorban következő vegyület csak egy $-CH_2-$ csoporttal különbözik az előzőnél)
- Az azonos C atom számú alkadiének és alkinek izomerek.

Az alkinek fizikai tulajdonságai

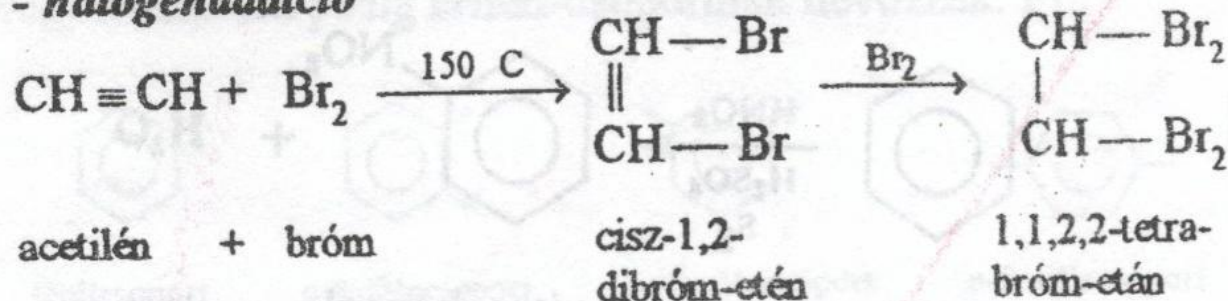
- **Halmazállapot:**
 - szobahőmérsékleten az 1-4 szénatomos termékek gázhalmazállapotúak, az ennél nagyobb szénatomszámúak folyadékok, ill. szilárd halmazállapotúak.
- **Olvadáspont:**
 - a szénatomszám növekedésével csökken, a butinok és pentinek olvadáspontja a kettős kötés helyzetétől függően különböznek.
- **Forráspont:**
 - a szénatomszám növekedésével növekszik.
- **Oldhatóság:**
 - vízben nem oldódnak, de szerves oldószerek - elsősorban aceton - jól oldják őket.

Az alkinek kémiai tulajdonságai

- Igen reakcióképes vegyületek a telítetlen kötés miatt.
- Addíció
 - Első lépésben kettős kötésű vegyületek keletkeznek, amelyek további reakcióba - főleg addíciós reakciókba - vihetők.
- Szubsztitúció
- Oxidáció
- Polimerizáció

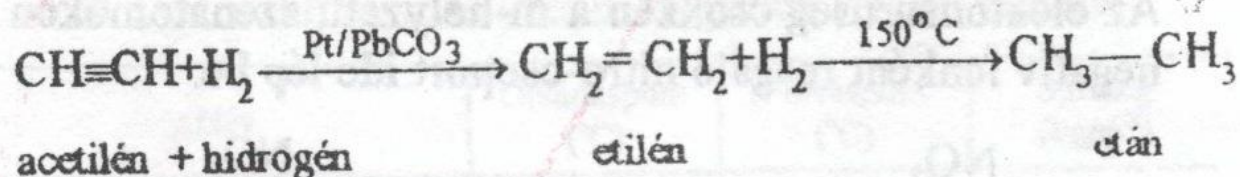
Az alkinek jellemző reakciói

- halogénaddíció



Az így előállítható tetrahalogénezett származékok jó oldószerek.

- hidrogénaddíció



Az alkinek jellemző reakciói

- ásványi savak addíciója



acetilén + sósav

vinil-klorid

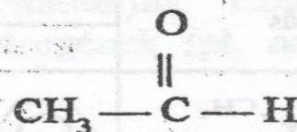
A vinil-klorid a PVC előállításának alapanyaga.

- vízaddíció



acetilén + víz

vinil-alkohol (nem stabil)



acetaldehid

- sóképzés



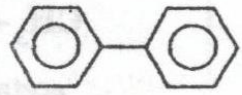
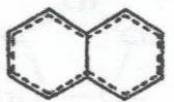
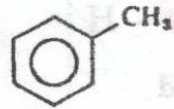
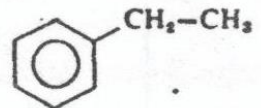
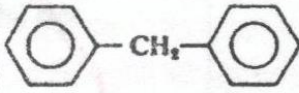
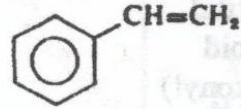
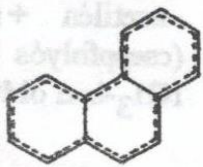
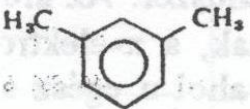
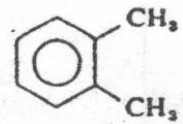
acetilén + nátrium
(cseppfolyós
 NH_3 -ban oldva)

Na-acetilid
Na-karbid
(robbanékony!)

Aromás szénhidrogének

- Az aromás vegyületek molekulájában megtalálható a benzolgyűrű, vagy ahhoz hasonló gyűrűrendszer. Az aromás gyűrűben a szénatomok egy síkban vannak, a π -elektronok delokalizáltak
- Az aromás szénhidrogéneket az aromás gyűrűk száma és azok illeszkedése szerint csoportosíthatjuk

Az aromás szénhidrogének csoportosítása

Egy gyűrűs	Több gyűrűs	
	izolált	kondenzált
 benzol	 bifenil	 naftalin
 toluol		
 etil-benzol	 difenil-metán	 antracén
 vinil-benzol, sztírol		 fenantrén
 1,4-dimetil-benzol, <i>p</i> -xilol		
 1,3-dimetil-benzol, <i>m</i> -xilol		
 1,2-dimetil-benzol, <i>o</i> -xilol		

Az aromás vegyületek fizikai és kémiai tulajdonságai

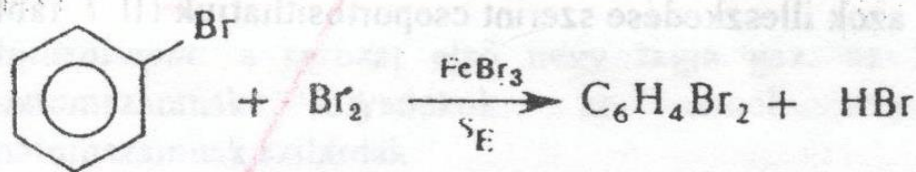
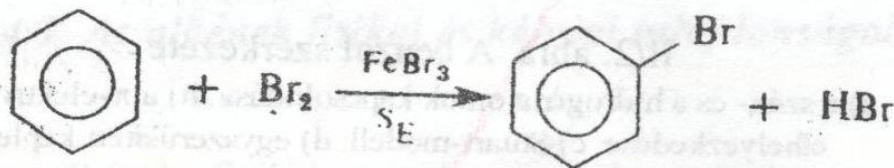
- **Fizikai tulajdonságok.** Apoláris molekulájú, színtelen, vízben rosszul, szerves oldószerekben jól oldódó folyadék. Sűrűsége kisebb, mint a vízé.

Kémiai tulajdonságok. Az aromás szerkezet nagyon stabil, könnyebb a gyűrűhöz kapcsolódó hidrogéneket helyettesíteni, mint a π -elektronszextettet megbontani.

- A benzol jellemző kémiai reakciói
 - a szubsztitúciós (helyettesítéses)
 - Halogénezés
 - Nitrálás
 - Szulfonálás
 - oxidációs reakciók.

Az aromás vegyületek jellemző kémiai reakciói

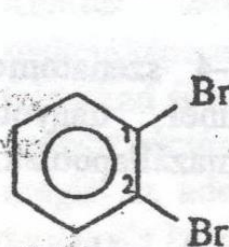
- Halogénezés



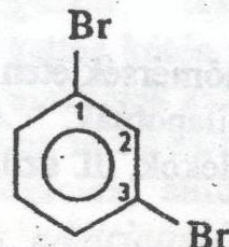
bróm-benzol

dibróm-benzol

- A $C_6H_4Br_2$ összegképlet három izomer molekulát takar:



1,2-dibróm-
vagy orto-dibróm-
benzol



1,3-dibróm-
vagy meta-dibróm-
benzol

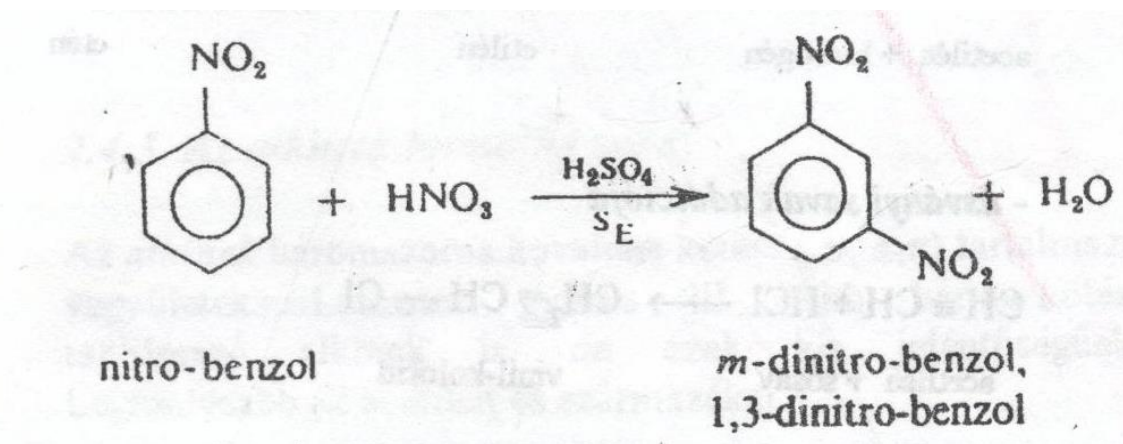
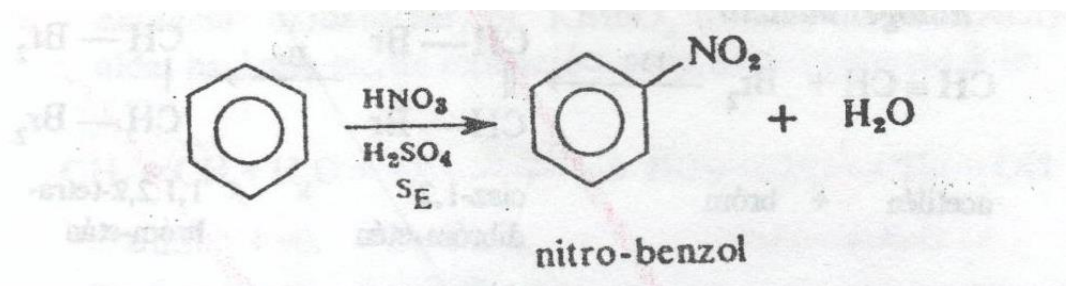


1,4-dibróm-
vagy para-dibróm-
benzol

Az aromás vegyületek jellemző kémiai reakciói

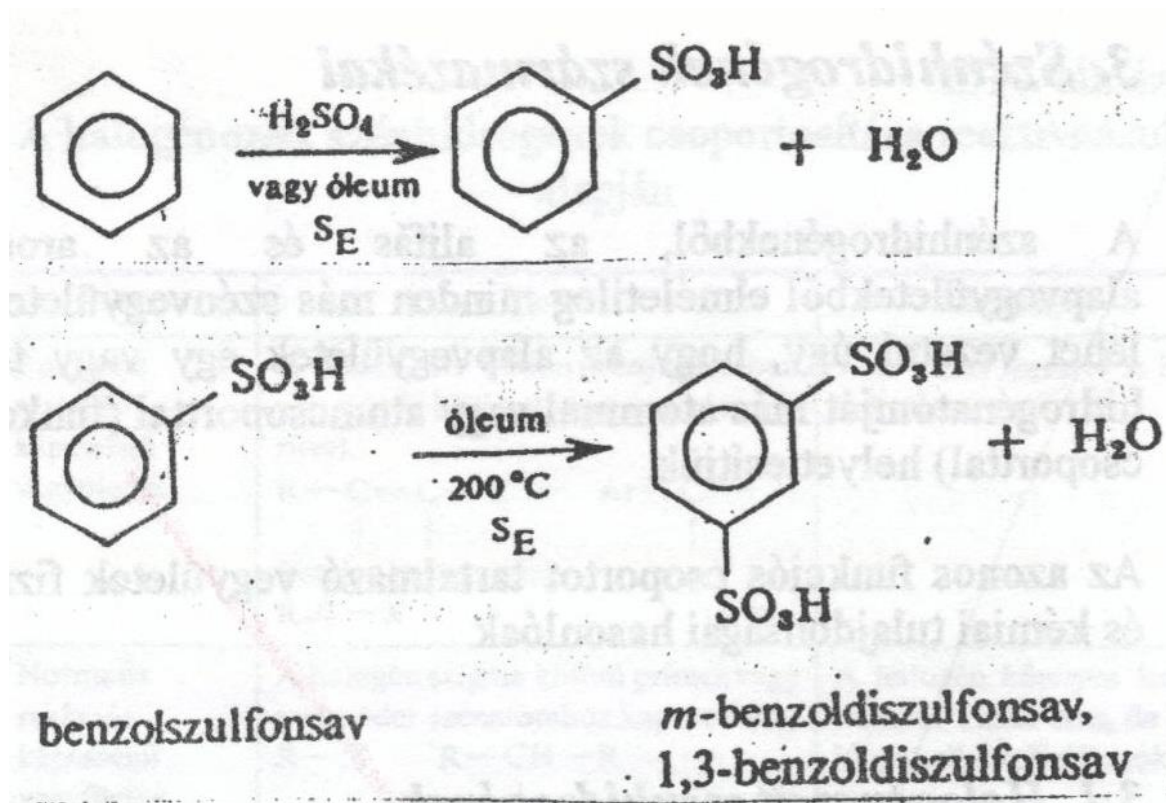
- Nitrálás

- az aromás gyűrű egy vagy több hidrogénjét nitro-csoportra cseréljük ki. Az így keletkezett vegyületeket **nitrovegyületeknek** nevezzük

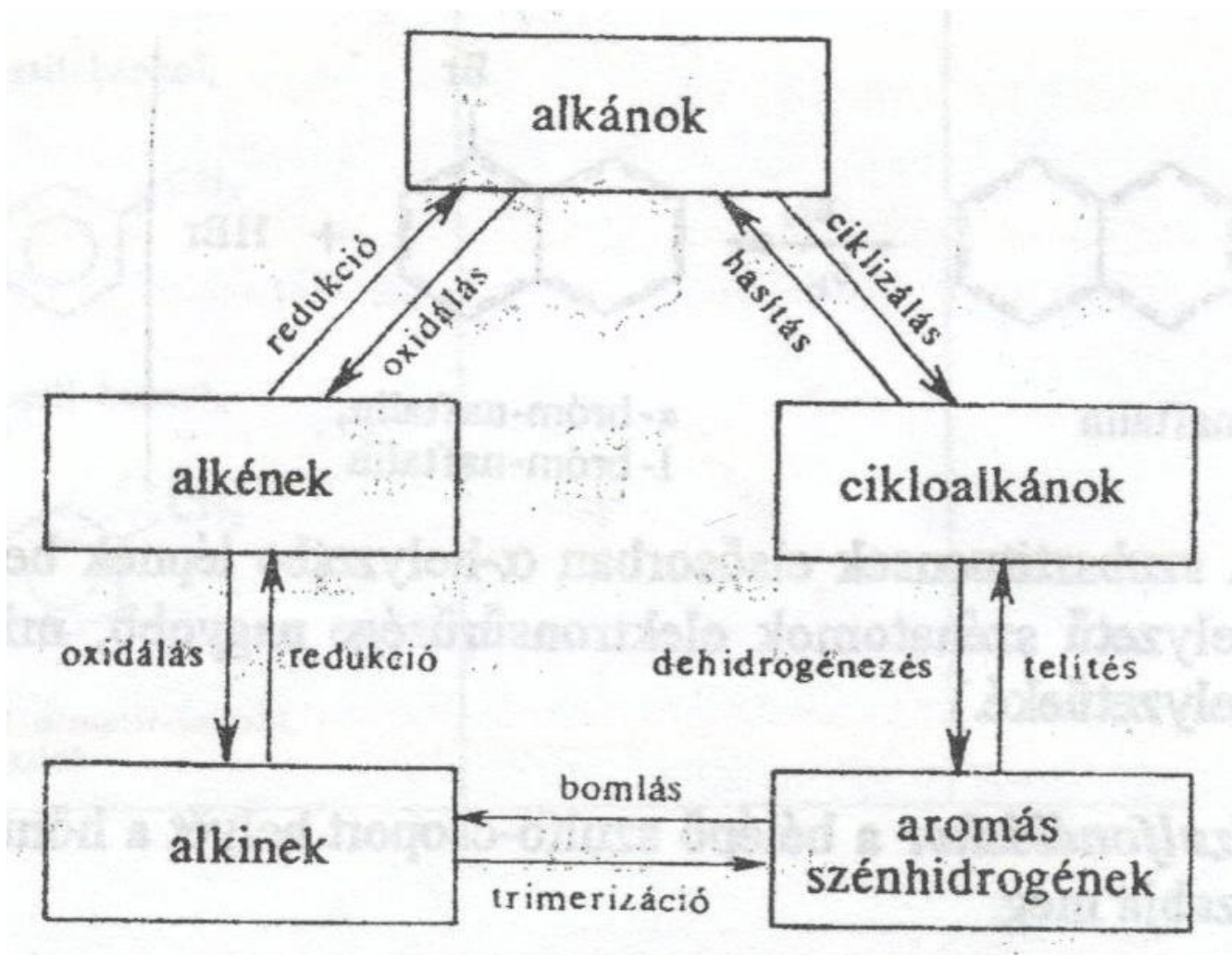


Az aromás vegyületek jellemző kémiai reakciói

- Szulfonálás
 - szénvázhoz szulfo-csoport kapcsolódik



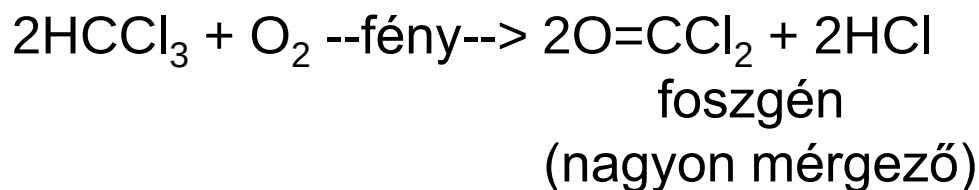
A szénhidrogének közötti összefüggés



Szénhidrogének származékai

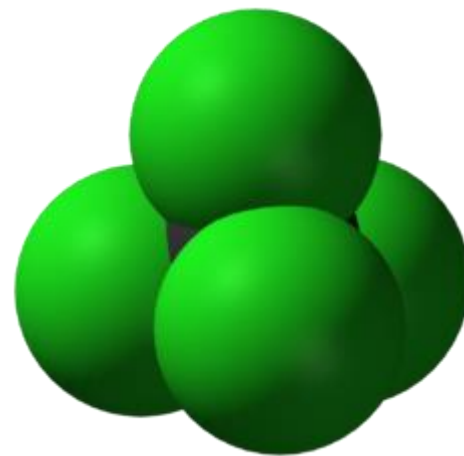
A metán legfontosabb halogén-származékai

- Kloroform (triklór-metán): HCCl_3
 - Kellemes szagú, színtelen folyadék,
 - Vízben nem, alkoholban, éterben, benzolban jól oldódik,
 - Kitűnő oldószer,
 - Narkotikum
 - Fény és oxigén hatására foszgénné alakul



A metán legfontosabb halogén-származékai

- Szén-tetraklorid (tetraklór-metán): CCl_4
 - Színtelen, kellemes szagú folyadék
 - Mérgező, nem éghető (régebben tűzoltószer)
 - Nagyon jó zsíroldószer

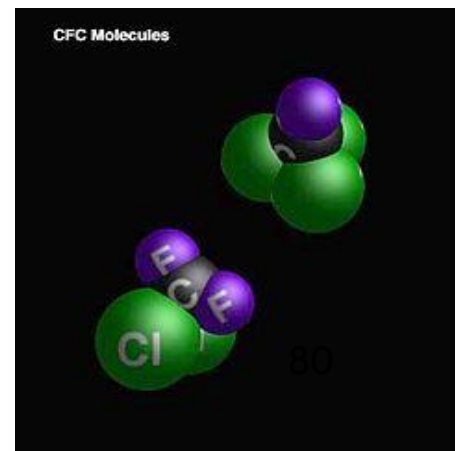
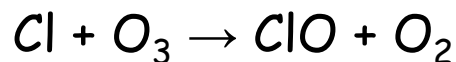


A metán legfontosabb halogén-származékai

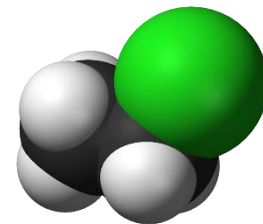
- Freon-12 (difluor-diklór-metán): CF_2Cl_2 (CFC)
 - Mesterségesen előállított gáz
 - Könnyen cseppfolyósítható
 - Színtelen, szagtalan
 - Nem tűzveszélyes, nem mérgező, **de!!!**
 - Hűtőfolyadék, hajtógáz **(ózonpajzs!)** – betiltva 1995 óta.

freon –UV fény--> Cl és F atomok -----> katalizálják az ózon bomlását!!!

- Az UV sugárzás fotokémiaailag megbontja a CFC-t. Az ózont (O_3) megbontja a klór. A további reakciók során jön létre a HCl és a HNO_3 .

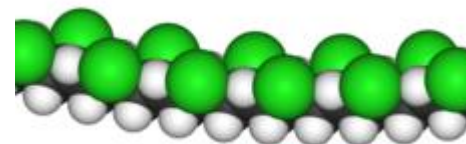


Az etán és az etilén legfontosabb halogén-származékai

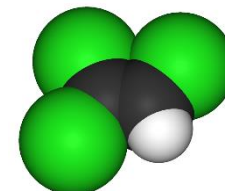


- Etil-klorid (klór-etán): $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Cl}$
 - Színtelen kellemes szagú, könnyen cseppfolyósítható gáz
 - Helyi érzéstelenítés (fp.: 12°C), sportsérülések!

- Vinil-klorid (klór-etén): $\text{CH}_2=\text{CH-Cl}$
 - Színtelen, szagtalan gáz
 - Mérgező, a PVC kiindulási anyaga

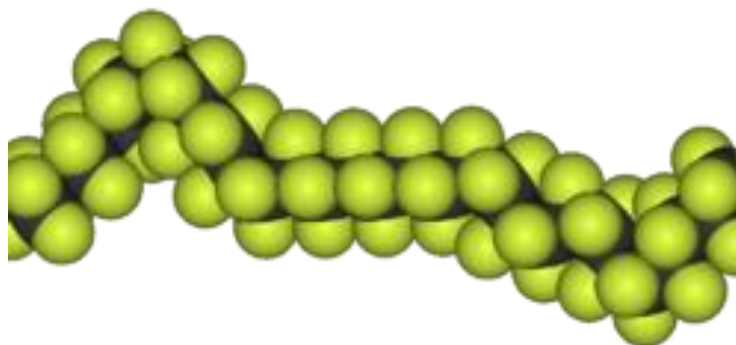


- Triklór-etilén (1,1,2-triklór-etén): CHCl=CCl_2
 - Színtelen, nem gyúlékony, kloroformra emlékeztető szagú folyadék
 - Vízben nem, szerves oldószerekben jól oldódik
 - Oldószer (zsírok, olajok, viaszok, gyanták, bitumen)
 - Textíliák száraz tisztítása



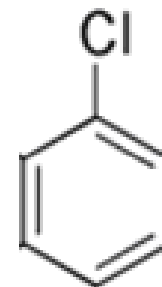
Az etán és az etilén legfontosabb halogén-származékai

- Tetrafluor-etilén (1,1,2,2-tetrafluor-etén): $\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$
 - Színtelen, szagtalan gyúlékony gáz
 - a teflon (poli-tetrafluor-etilén) kiindulási anyaga



Aromás halogén származékok

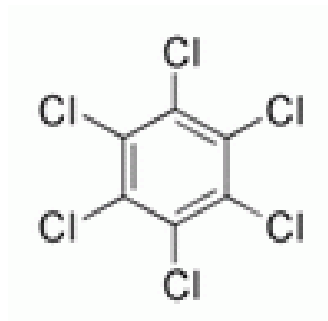
Klórbenzol



- **Fizikai tulajdonságok**
 - Színtelen, jellegzetes szagú folyadék
 - Vízben gyakorlatilag oldhatatlan
 - Alkoholban, benzolban és éterben jól oldódik
- **Kémiai tulajdonságok**
 - Rendkívül gyúlékony.
 - Kormozó lánggal ég HCl keletkezésével.
 - NaOH-dal Na-fenolát keletkezik
$$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl} + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$$
 - Erős oxidálószerekkel heves reakcióba lép
 - Megtámadja a műanyagokat és a gumit
- **Felhasználás**
 - Ipari oldószer
 - Fenol előállítása
 - Gyógyszer, festék és rovarirtószer előállításának kiinduló anyaga.
- **Biológia**
 - Irritálja/izgatja a szemet, a bőrt
 - A tüdőbe kerülve tüdőgyulladást okozhat
 - Hatása lehet a központi idegrendszerre tudati szint csökkenést okozhat

Aromás halogén származékok

Hexaklórbenzol



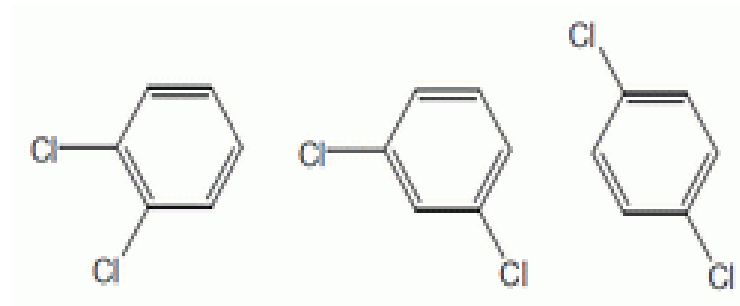
- **Fizikai tulajdonságok**
 - Fehér, tűalakú kristályok
 - Vízben gyakorlatilag oldhatatlan
 - Benzolban, etanolban és kloroformban oldódik
- **Kémiai tulajdonságok**
 - Savakkal és lúgokkal szemben ellenálló
- **Felhasználás**
 - Peszticid
 - Szerves vegyipar alapanyaga
- **Biológia**

Hasonlóan a DDT-hez a környezeti hatásai aggodalomra adnak okot.
Féltehetően karcinogén hatású.

Aromás halogén származékok

Diklórbenzol

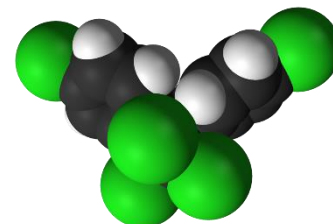
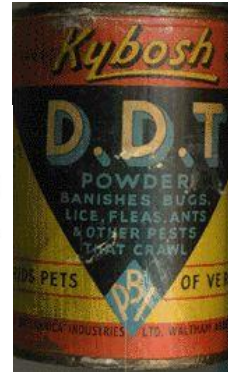
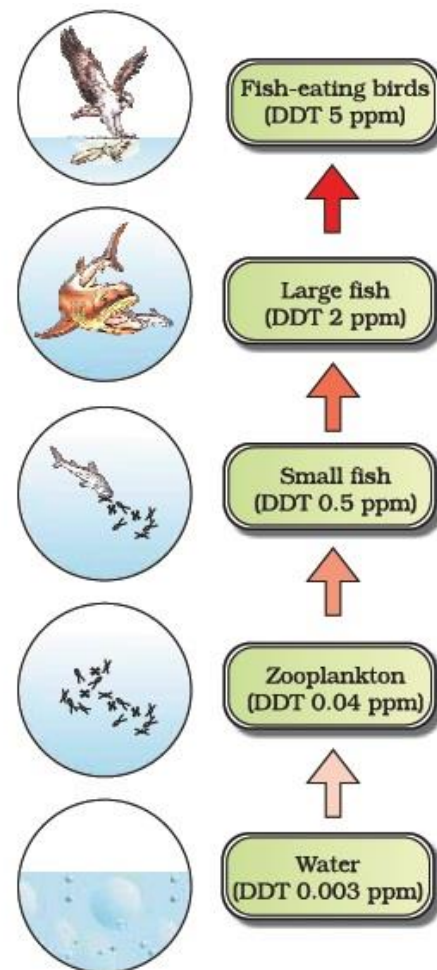
- **Három izomere létezik:**
 - orto-diklór-benzol (1,2-diklór-benzol)
 - meta-diklór-benzol (1,3-diklór-benzol)
 - para-diklór-benzol (1,4-diklór-benzol)
- **Fizikai tulajdonságok**
 - Folyékony aromás anyagok
 - Vízben kismértékben oldódnak
- **Kémiai tulajdonságok**
 - Égésekor mérgező és maró hatású gázok (pl. HCl) keletkezik
 - Al-mal és oxidáló szerekkel reakcióba lép
 - Megtámadja a műanyagokat és a gumit
- **Felhasználás**
 - Az *orto-diklórbenzolt* inszekticidként és festékek készítésére használják
 - A *para-diklórbenzolt* dezodorokhoz és molyirtóként alkalmazzák
- **Biológia**
 - Irritálja/izgatja a szemet, a bőrt és a légzőrendszert.
 - Hatása lehet a központi idegrendszerre és a májra, a vesére, és a vérre.
 - A tudati szint csökkenését okozhatja.



Aromás halogén származékok

DDT (diklór-difenil-triklór-et)

- Vegyületek keveréke, amely főleg diklór-difenil-triklór-etánt tartalmaz. (Ebből ered a DDT név.)
 - Többször szubsztituált benzolszármazék
- **Fizikai tulajdonságok**
 - Színtelen, kristályos anyag
- **Kémiai tulajdonságok**
 - Hevítve elbomlik
 - Vízben nem oldódik
- **Biológia**
 - Az élő szervezetben felhalmozódhat, károsítja a környezetet. Magyarországon felhasználását az 1960-as évek végén betiltották.



Hexaklór-ciklohexán (HCH, Lindán, gamma HCH)

- Fontos kontaktméreg rovarölő szer volt (HCH).
 - Egyik változata a **Lindán (gamma HCH)** hazánkban 2001-ig forgalomban volt. Jelenleg már nem használják, mivel nehezen bomlik le.
- **Biológia**
Hosszabb ideig bőrrel érintkezve bőrgyulladást okozhat.
 - Az anyag hatással lehet a központi idegrendszerre, a csontvelőre, a májra, a nemi hormonokra és az ivarszervekre.
 - Lehetséges, hogy rákkeltő.

HCH

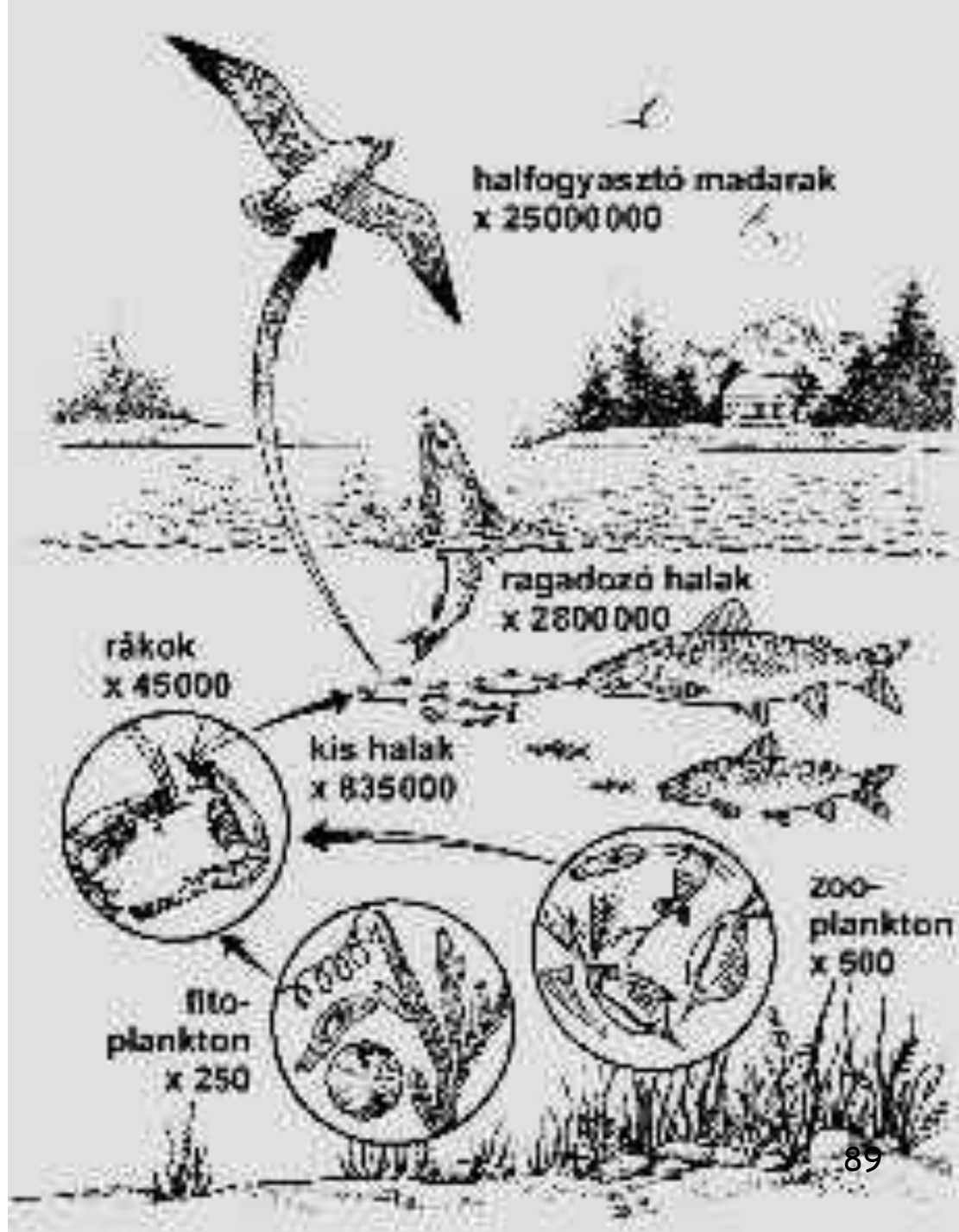
- Rovarirtó szer:
- hexaklór-ciklohexán (Lindán, gamma HCH)
- Hazánkban 2001-ig forgalomban volt
- Nehezen bomlik le, rákkeltő



POP vegyületek (Persistent Organic Pollutants)

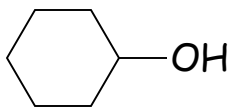
- Stockholmi egyezmény (2001)
 - A „piszkos 12” (nehezen lebomló, a környezetben tartósan megmaradó szerves szennyezők)
 - Növényvédőszeresek
 - Aldrin, klórdán, DDT, dieldrin, endrin, hexaklór-benzol, heptaklór, mirex, toxafén
 - Ipari vegyi anyagok és melléktermékek
 - Poliklórozott bifenilek (PCB-k), dioxinok (PCDD), furánok (PCDF)

Az aromás klórozott szénhidrogének
biomagnifikációja az Ontario-tóban
(Colborn és munkatársai nyomán, 1997)



Melyek a legfontosabb hidroxidvegyületek? (értékűség, rendűség)

- Egyértékűek

- Metanol (metil-alkohol, faszesz – a fa száraz lepárlásakor keletkezik) $\text{CH}_3 - \text{OH}$
 - Méreg (vakság, halál) oldószer
- Etanol (etil-alkohol, alkohol) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 - Oldószer, élvezeti szer
- Fenol (karbolsav) 
 - Mérgező
 - Aszeptikus hatású – kicsapja a fehérjét
 - Konzerváló anyag – füstöléskor keletkezik

Melyek a legfontosabb hidroxivi gyűletek? (értékűség, rendűség)

- Kétértékű
 - Glikol (etán-1,2-diol) $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 - Mérgező, édes ízű
 - Fagyálló folyadékokban használják
- Három értékű
 - Glicerín (propán – 1,2,3 – triol)
 $\text{HO} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CH}_2 - \text{OH}$
 - Nem mérgező, édes ízű
 - Zsírok, olajok alkotórésze
 - Nedvességmeggötő (kozmetikai ipar)
 - Nitroglicerín alkotórésze (glicerín-trinitrát)

Melyek a legfontosabb éterek?

Dietil éter (éter)



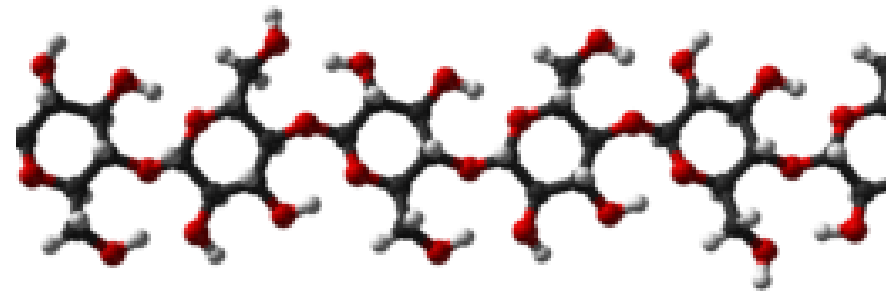
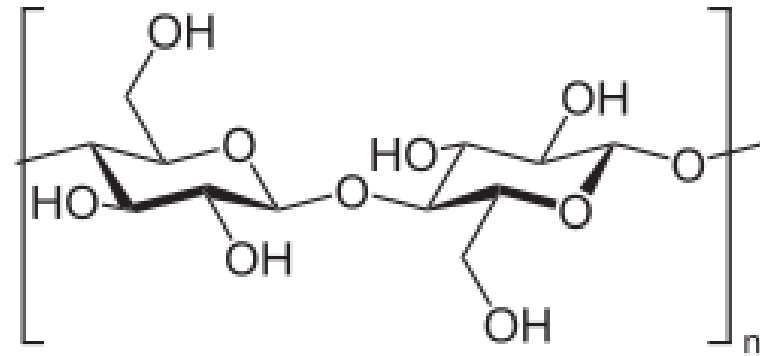
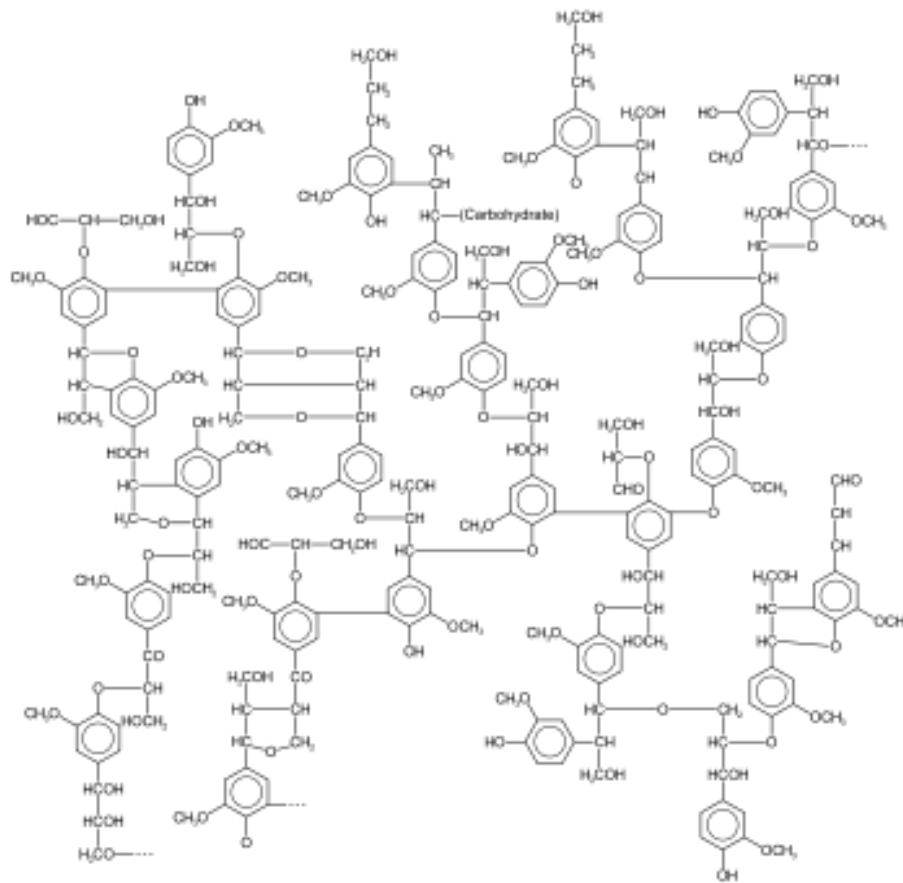
- Édeskés szagú, bódító
- Gyúlékony (levegővel robbanóelegy!)
- Oldószer

- Lignin (faanyag)

- Bonyolult kémiai anyag, amit többnyire fából nyernek.
- A növények egyedfejlődése során a sejtfalban rakódik le, annak szilárdságát növeli

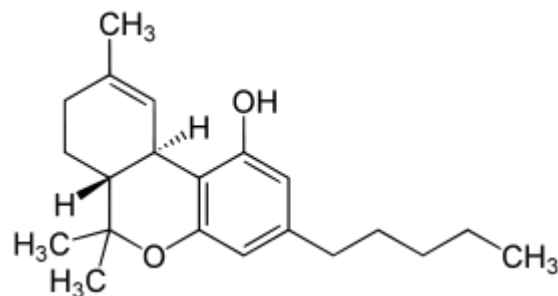
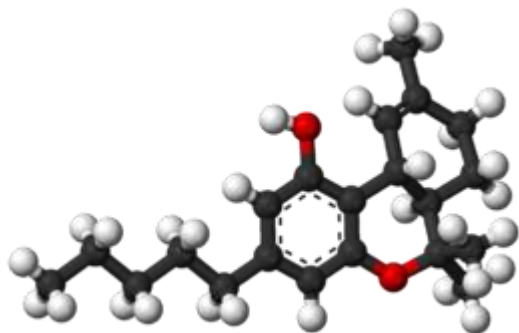
- Cellulóz

A lignin és a cellulóz



Melyek a legfontosabb éterek?

- Hasis (marihuana)
 - Hatóanyaga a tetrahidro-kannabinol
 - Csak a kenderben (Cannabis) fordul elő, és ennek fő pszichoaktív hatóanyaga.



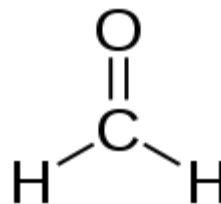
Melyek a legfontosabb aldehidek?

-C(=O)H aldehyd (formil)-csoport

H

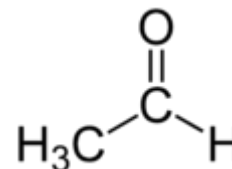
- Formaldehid (metanal)

- Mérgező
- Vizes oldata a formalin
- Konzerválószer (a fehérjét kicsapja)



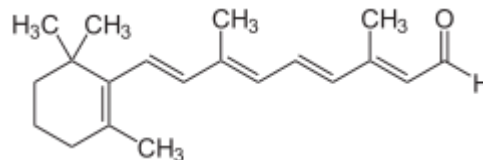
- Acetaldehyd (etanal)

- A természetben az érett gyümölcsökben, a kávéban és a friss kenyérben fordul elő.
- A növények anyagcseréje során keletkezik.
- Ez az anyag okozza a másnaposságot (túlzott) alkoholfogyasztás után.



- Retinal

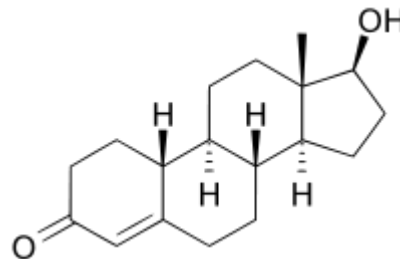
- A látás vegyülete (A-vitaminból keletkezik)



Melyek a legfontosabb ketonok?

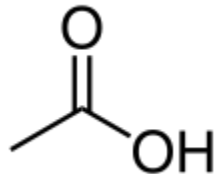
> C = O karbonil-csoport

- Aceton (propán-2-on, dimetil-ke-ton)
 $\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$
 - Tűzveszélyes
 - Oldószer (lakk- és festékipar)
 - Megtalálható a cukorbetegék vizeletében
 - Az acetilént acetonban feloldva, majd az oldatot kovaföldben felítatva palackozzák (*dissous gáz*).
- Ketontípusú vegyületek
 - Illatanyagok (ibolya, kapor, kömény, kámfor)
 - Nemi hormonok
 - Nandrolon (doppingszer)



Melyek a legfontosabb karbonsavak?

Karboxil csoport

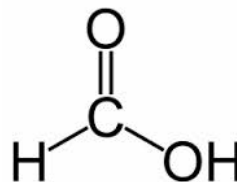


- Hangyasav (metánsav)

- Formiátok

- Hangyák, méhek, csalán, fenyőtű

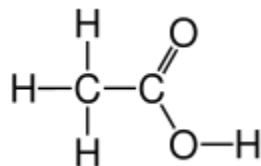
- Gyapjúszínezés, textíliák impregnálása, bőrcserzés, fertőtlenítés



- Ecetsav (etánsav)

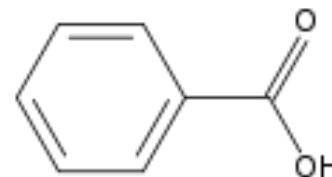
- Acetátok

- A legrégebbi tartósítószer



- Benzoesav

- Benzoátok (tartósítószer)



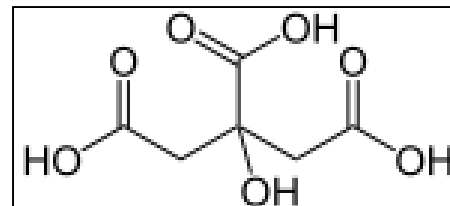
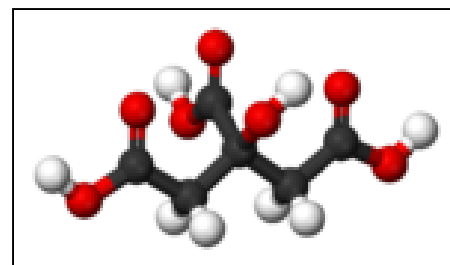
- Hosszabb szénláncú karbonsavak

- Zsírok, olajok alkotórészei

Citromsav

- Élelmiszeripar

- 1910-ig főleg citromból
 - 30-40 t citrom $\rightarrow$ 1 t citromsav = 3 ha
- James Currie: *Aspergillus niger*
 - $\text{pH} \leq 2,5 \rightarrow \geq 60\%$ konverzió
 - Feltételek:
 - Alacsony pH
 - Alacsony $[\text{Mn}^{2+}]$
 - Sok cukor
 - Alacsony növekedési sebesség
- 1930- világ citromsav termelés 90-95% gombával
 - *A. niger*, *Penicillium glaucum*



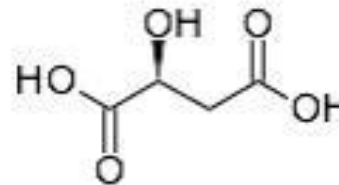
Citromsav felhasználás

- Ma: 700 000 tonna/év
 - Élelmiszeripar
 - tartósítószer
 - üdítő italok
 - Kozmetikai ipar
 - Kelátor
 - Vízlágyító pl. Calgon
 - fémtisztító
 - Biopolimerek
 - citrát-laktát polimerek
 - Biofilterek
 - pl. SO_2 emisszió

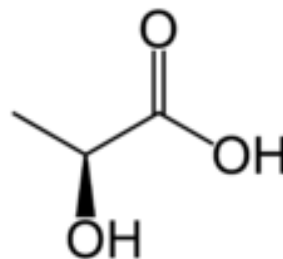


Szerves savak

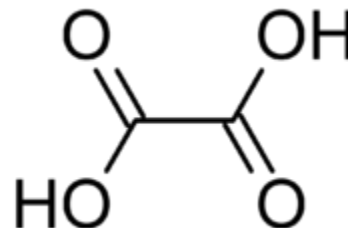
- Almasav



- Tejsav

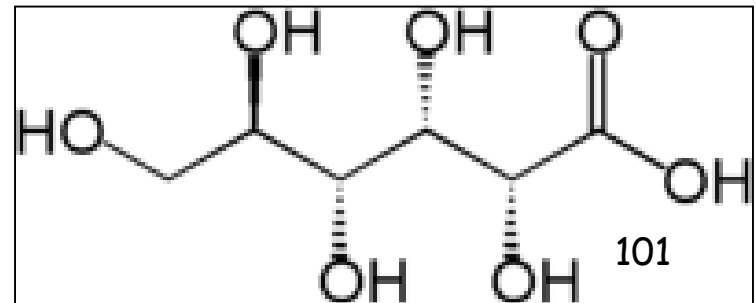
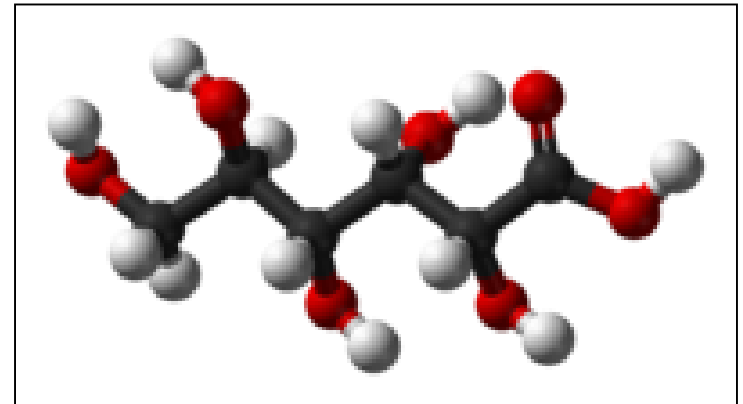


- Oxálsav



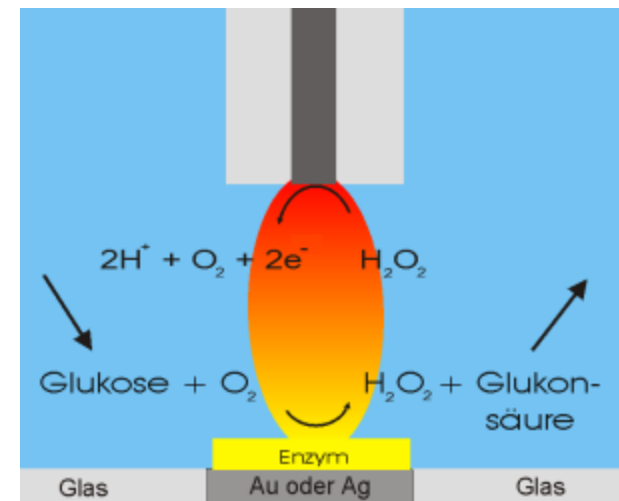
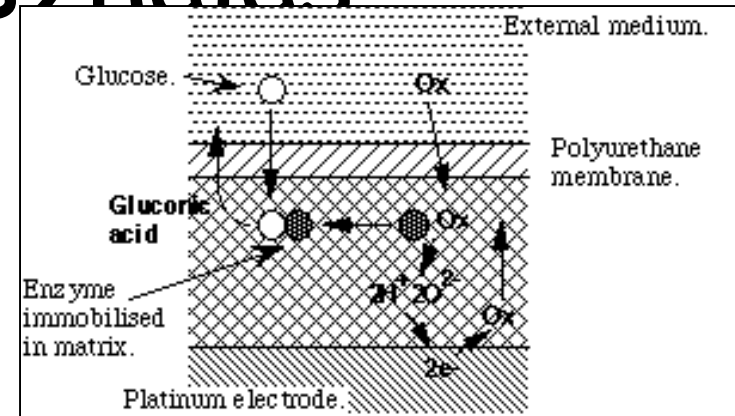
Glükonsav

- *Aspergillus niger*
 - Neutrális pH
 - Fémion (Mn^{2+}) kell

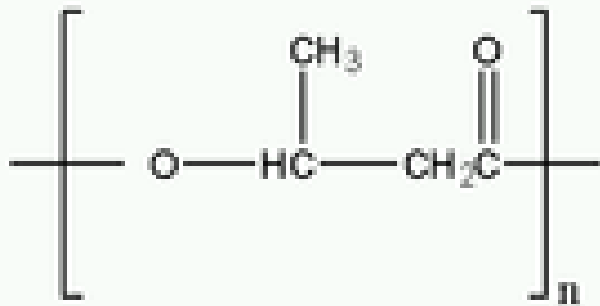


Glükonsav felhasználás

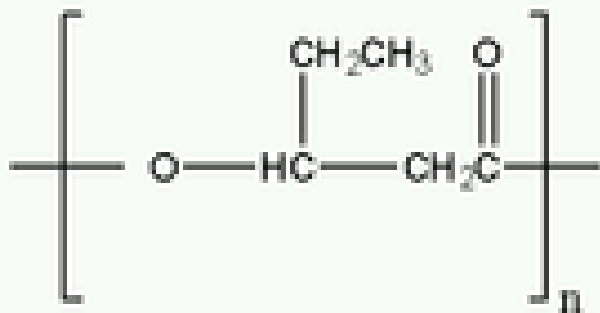
- 60 000 tonna/év
 - Tisztítószeres
 - vízlágyítók
 - Kelátoló szeres
 - Nehézfém ionokat megköti
 - Táp vagy élelmiszer adalék
 - pl. tofu
 - Bioszenzor
 - Glükóz oxidáz



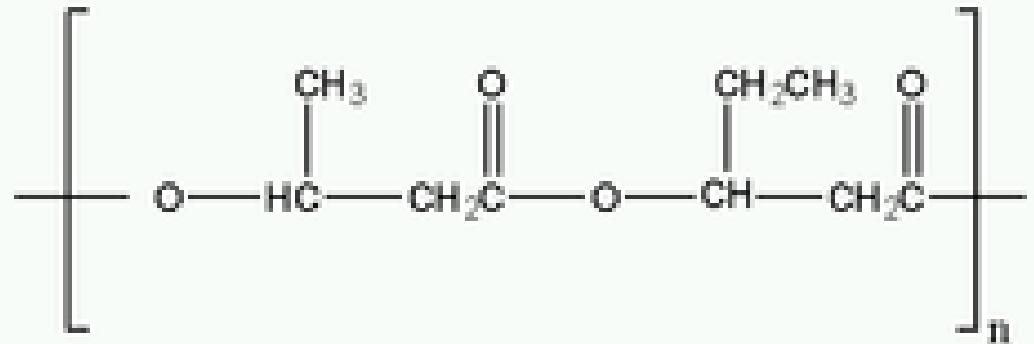
Polihidroxi-alkánsavak



PH3B



PHV



PHBV

Polihidroxi-alkánsav: tulajdonságok

PHA

- termoplasztikus
- elasztoplasztikus
- vízben nem oldódik
- biokompatibilis
- biológiailag lebontható
- optikailag aktív
- piezoelektromos

Polihidroxi-alkánsav: felhasználás

- Csomagolóanyag
 - Flakon (Wella)
 - Zacskó, tálca, folyadék
 - Biológiailag lebomlik



Polihidroxi-alkánsav: felhasználás

- Prosztetikum, sebész cérna
- Kapszula, bioretard anyagok
 - Lipáz, eszteráz bontja



- Szappanok, tisztítószeresek
 - Szulfo-vegyületek
- Robbanószeresek
 - Nitro-vegyületek
- Színezékesek
 - Nitrozo-vegyületek
- Drogok
 - Éteresek

Biológiailag fontos makromolekulák

Szénhidrátok

Mit kell tudni a szénhidrátokról?

1. Milyen elemekből épülnek fel?
2. Honnan kapták a nevüket?
3. Mi a kémiai elnevezésük?
4. Milyen funkciós csoportokkal rendelkeznek?
5. Mi a biológiai funkciójuk?
6. Hogyan csoportosíthatjuk őket?
7. Hogyan épülnek fel az oligo- és poliszacharidok?

Szénhidrátok

- Szerepük az élő szervezetben
 - Energiaforrások
 - Vázanyagok
 - Bioszintézisek kiindulási anyagai
- Belőlük az energiafelszabadítás módja
 - Minden élőlényben azonos
 - Az alapvető szénhidrátok minden élőlényben megtalálhatók
- Aszimmetrikus szénatomok (n-1)
 - Sok sztereoizomer
 - Közülük a természetben csak kevés fordul elő
 - A biokémiai folyamatok az egyes sztereoizomer változatokat élesen megkülönbözteti → a szénhidrát anyagcsere enzimek szigorúan sztereospecifikusak
- Cikloféelacetálok kialakulása (anomerek)
 - α → jobbra forgat
 - β → balra forgat

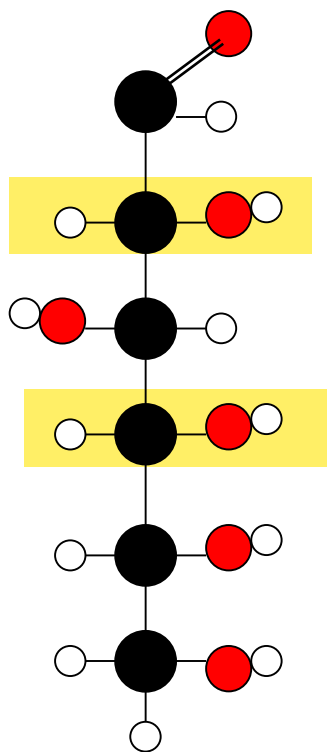
Mono-, di- és oligoszacharidok

Hat szénatomos monoszacharidok

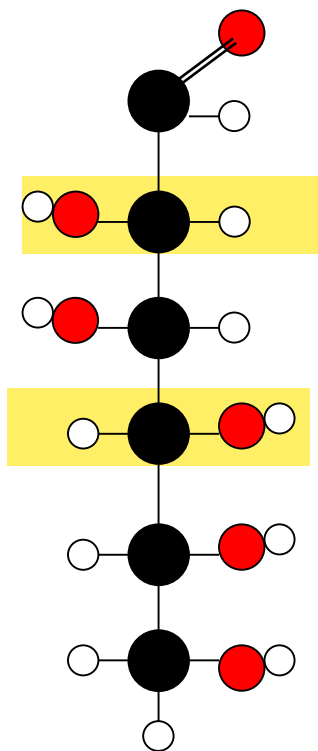
- Aldózok (aldehidek)
 - Glükóz (szőlőcukor)
 - Mannóz
 - Galaktóz
- Ketózok (ketonok)
 - Fruktóz (gyümölcscukor)
 - Szorbóz

Hat szénatomos monoszacharidok

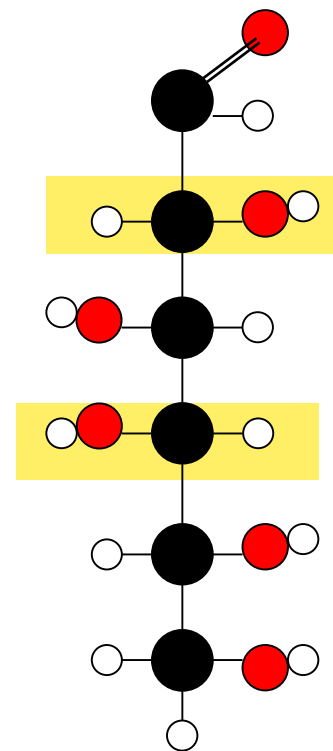
Aldózok (aldehidek)



glükóz

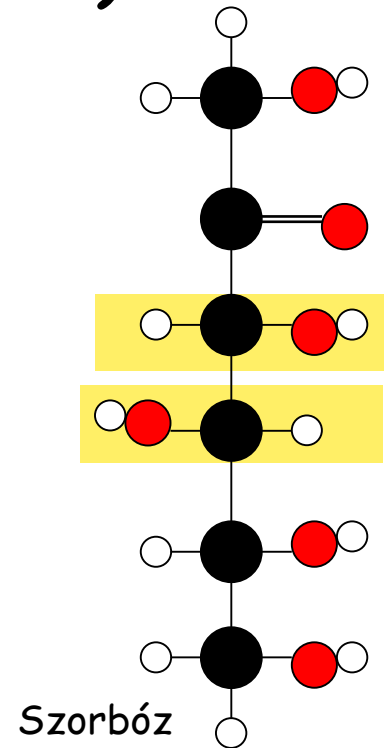
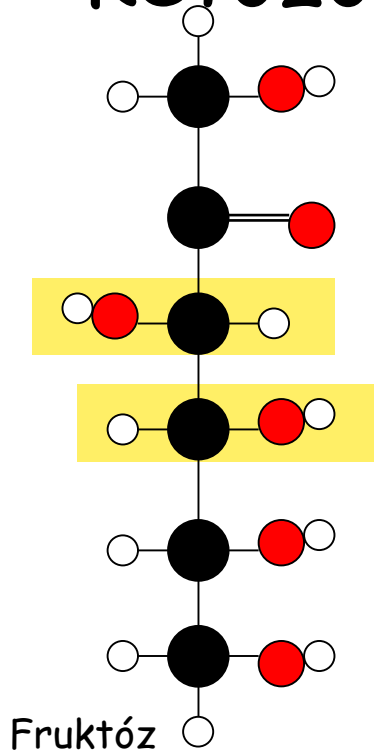


mannóz

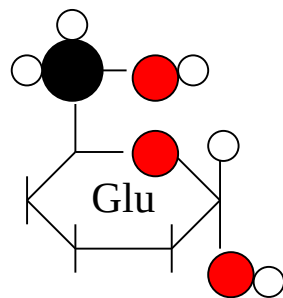


galaktóz

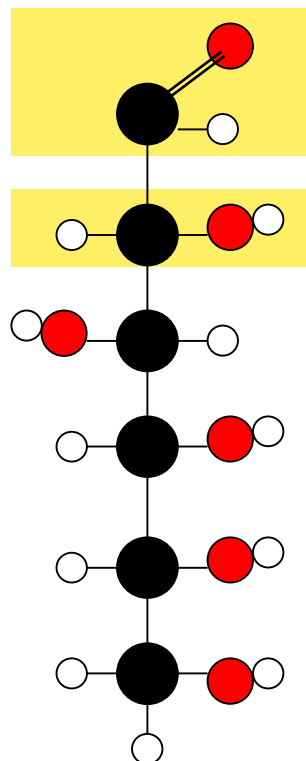
Hat szénatomos monoszacharidok Ketózok (ketonok)



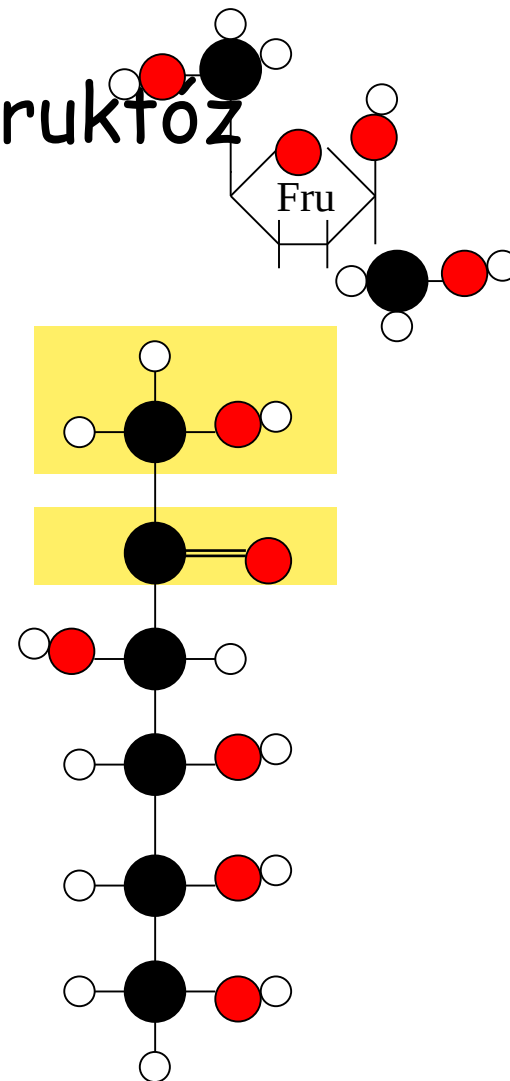
A glükóz és a fruktóz



1.hét



Glükóz



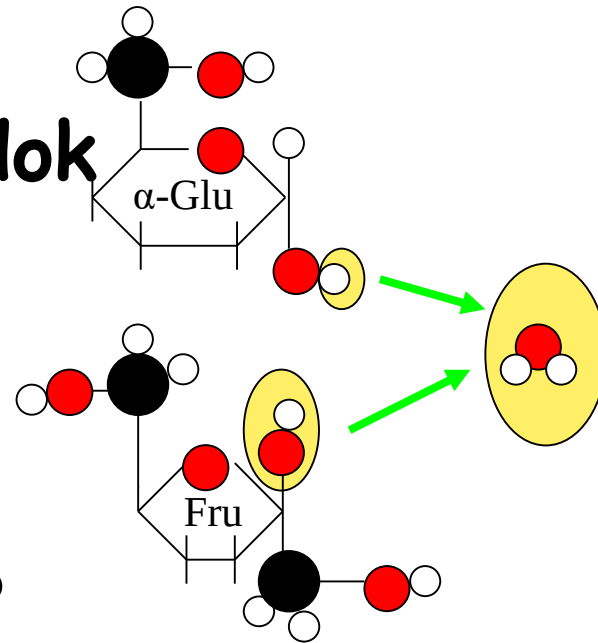
Fruktóz

3. óra

Diszacharidok

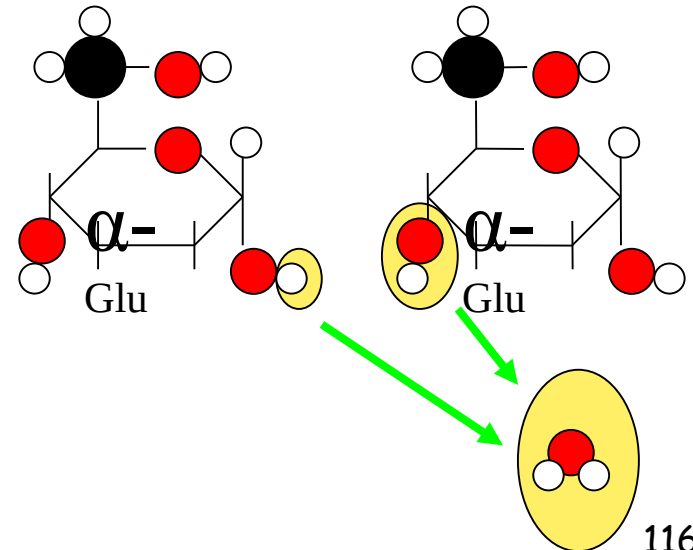
- Szacharóz (répa- vagy nádcukor)
 - fruktóz + glükóz (α)

Fehér, édes, vízben jól oldódik, nem redukáló
Hidrolízis (savas)



- Maltóz (malátacukor)
 - glükóz (α) + glükóz (α)

Fehér, édes, vízben jól oldódik, redukáló
Hidrolízis (savas)



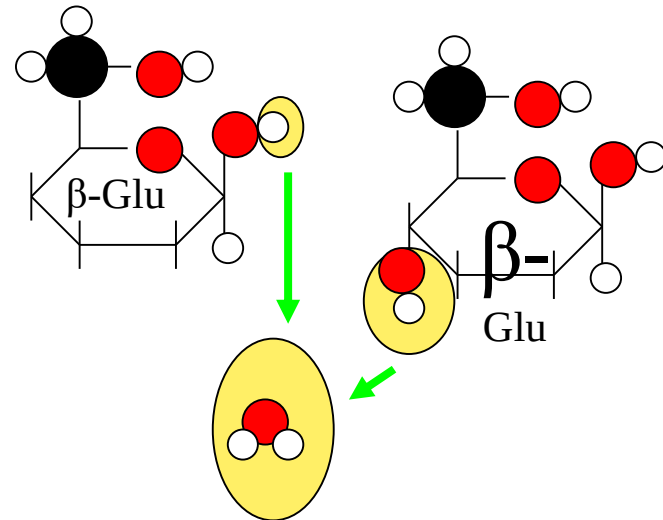
Diszacharidok

- Cellobióz

- glükóz (β) + glükóz (β)

Fehér, édes, vízben jól
oldódik, redukáló

Hidrolízis (savas)

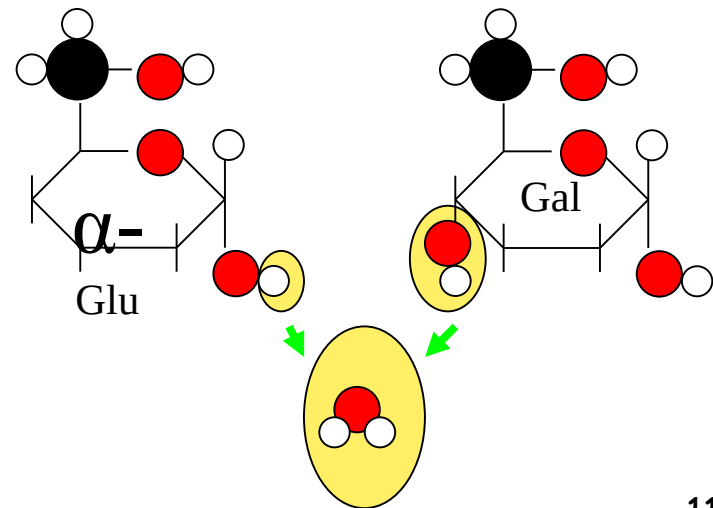


- Laktóz (tejcukor)

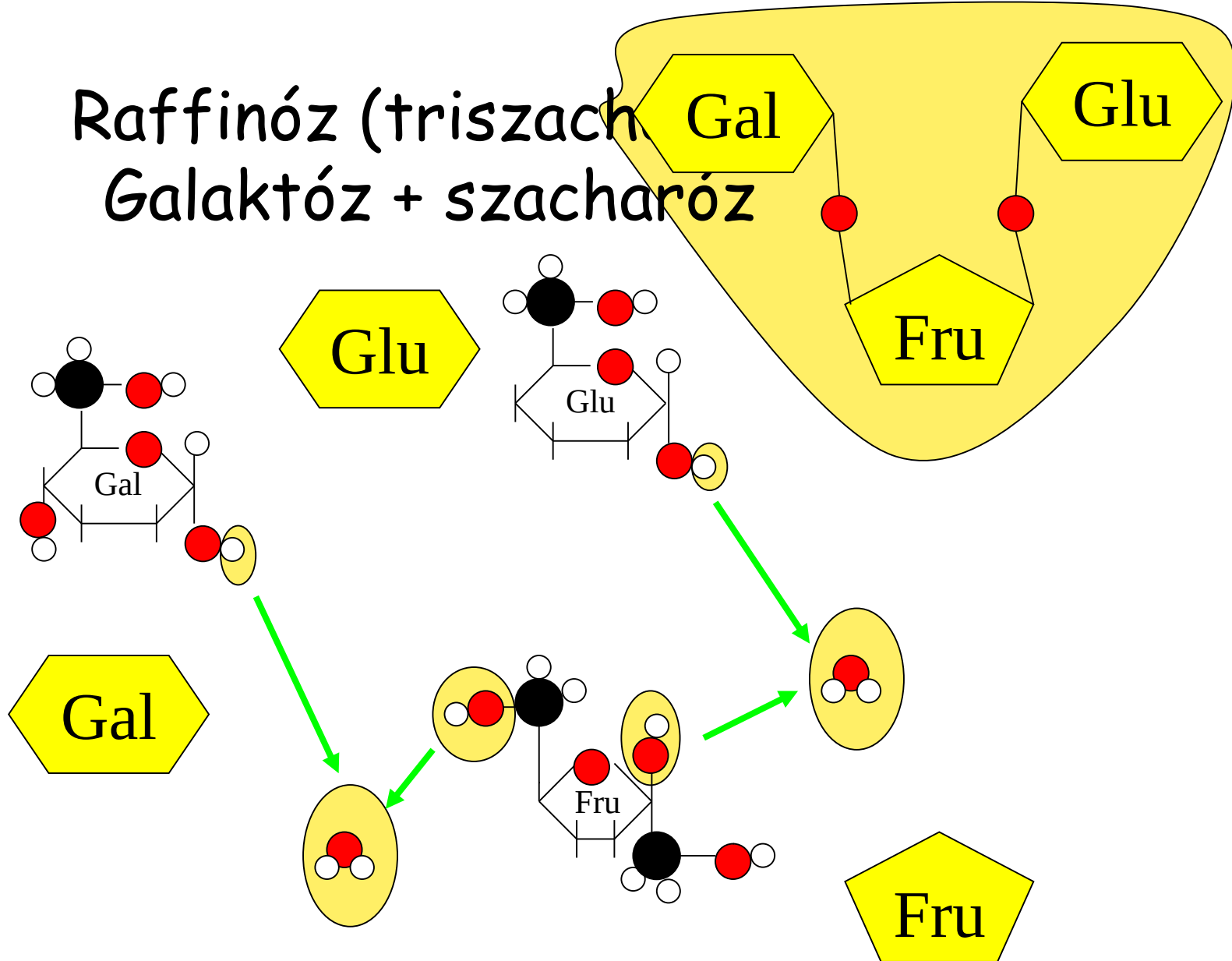
- glükóz (α) + galaktóz

Fehér, édes, vízben jól
oldódik, redukáló

Hidrolízis (lúgos)



Raffinóz (triszacharid) Galaktóz + szacharóz



Poliszacharidok

Tartaléktápanyagok
Vázpoliszacharidok
Mukopoliszacharidok

Poliszacharidok

- Egy, vagy többféle, de sok monoszacharid molekulából épülnek fel
- Keletkezésük kondenzációs reakcióval
- **Többnyire** vízben oldhatatlanok, vagy **kolloid oldatot** alkotnak
- Nem édes ízűek
- Nem redukálók
- Emészthetőségüket tekintve lehetnek:
 - Könnyen emészthetők (keményítő)
 - Alig emészthetők
 - Egyáltalán nem emészthetők (cellulóz)

Poliszacharidok csoportosítása

- ❑ Biológiai szerepük alapján
 - ❖ Szerkezeti (cellulóz)
 - ❖ Tartalék tápanyag (keményítő, glikogén)
 - ❖ Egyéb (növényi gumik)
- ❑ Összetételük alapján
 - ❖ Homopoliszacharidok (egyféle monomer)
 - Glükózipolimerek
 - Fruktózipolimerek
 - Egyéb cukrok polimerjei
 - ❖ Heteropoliszacharidok (két vagy többféle monomer)
 - Xilán
 - Hemicellulóz
 - Agar

Glükózipoliszacharidok

- Keményítő (növényekben - tartaléktápanyag)
 - El nem ágazó láncú
 - Elágazó láncú
- Glikogén (állatokban - tartaléktápanyag)
 - Elágazó láncú
- Cellulóz (növényekben - rostanyag)
- Lichenin (növényekben - rostanyag)
- Dextrán (mikroorganizmusokban - adalékanyag)

Fruktózipoliszacharidok

Inulin (növényekben - tartaléktápanyag)

Szénhidrátok származékai

- A monoszacharidokból vezethetők le úgy, hogy egy alkoholos hidroxil-csoportot más atommal, vagy atomcsoporttal helyettesítünk.
- Fontosabb monoszacharid-származékok
 - Dezoxicukrok (nukleinsavakban)
 - Aminocukrok (vércsoport meghatározók, -kitin)
 - Cukorészterek (csersavak)
 - Cukoréterek (szívre ható glikozidokban)
 - Cukoralkoholok (diabetikus édesítőszeresek)
 - Savszármazékok (-pektin)
 - Glükózidok (színezékek, illatanyagok, mérgek)

Tartaléktápanyagok (növényi keményítő)

Raktározódik:

Amilóz

magvakban

4000 – 400 000 moltömegű (hány

cukoregység?) gumókban

Jóddal sötétkék szín

n

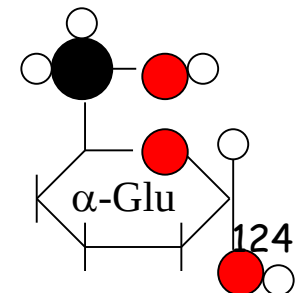
Amilopektin

500 000 átl. moltömegű rizstől

80-90 egyenes glükózlánc, 30

glükózgyégből

Jóddal sötétvörös szín



Tartaléktápanyago (állati keményítő)

Glikogén

Hasonló az amilopektinhez,
de

Több elágazás

11-18 tagú egyenes láncú

1-6 egységek

millió a mennyiség

Lebontása:

Inzulin és glukagon
hormonok
hatására

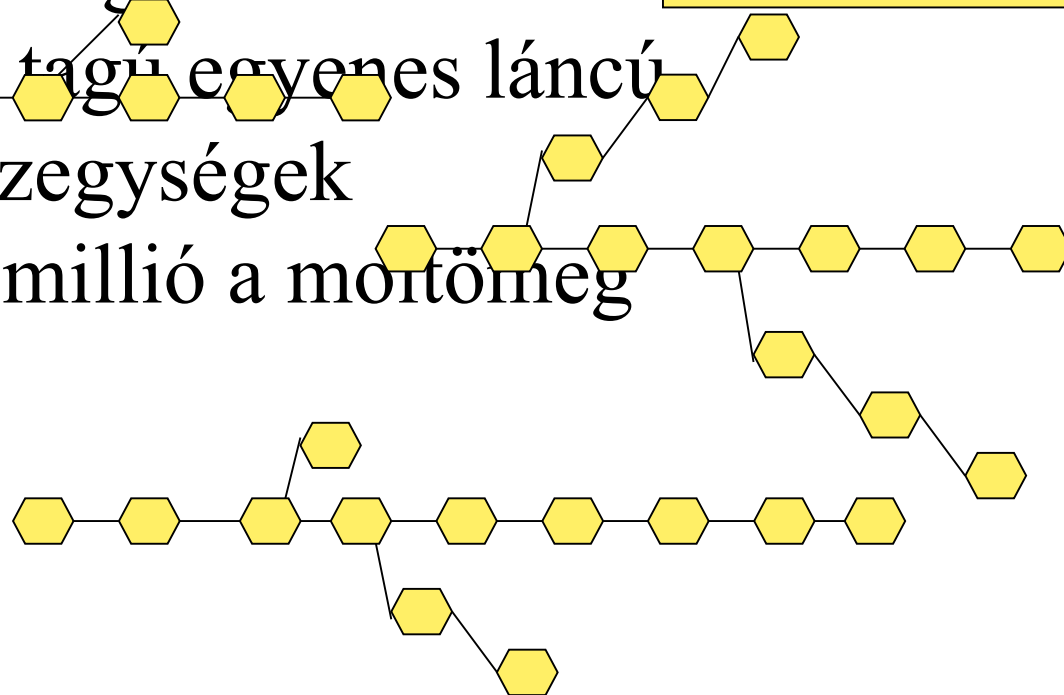
További szabályozó
mechanizmusok
(pl. stressz)
hatására

Raktározódik:

Izomban (**éhezéssel nem,
csak munkával üríthető
ki**)

Májban (**éhezéssel
kiüríthető, étkezéssel
feltöltető - bármit eszünk,
a májban glikogénként
raktározódik**)

Többi szövetben (**csak
kevés**)



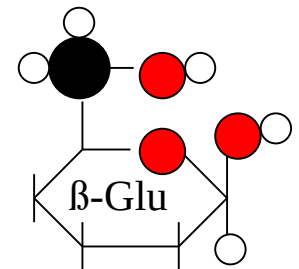
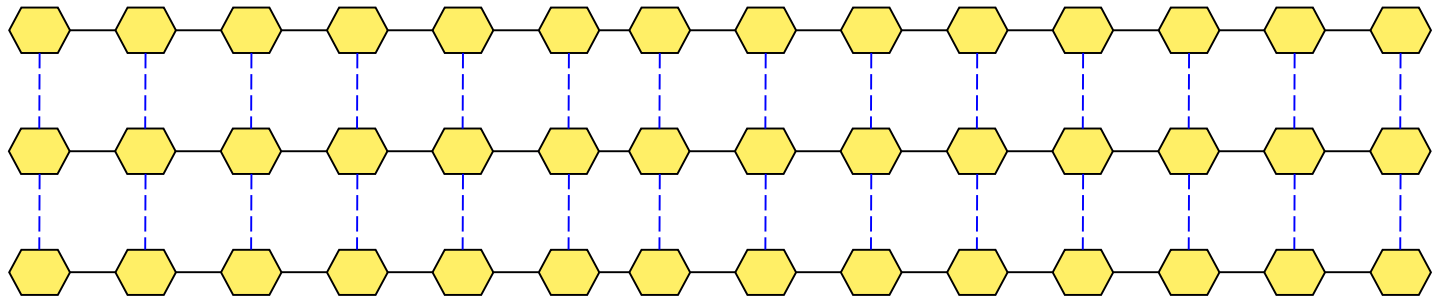
Egyéb tartaléktápanyagok

- **Inulin** (D-fruktóz : D-glükóz = 36:2)
 - Liliomfélékben és fészkes virágzatúakban
- **Dextrán** (1-6 kötésű glükóz – hasonlít a szerkezete az amilopektinéhez)
 - *Leuconostoc mesenteroides*ben (tejsav-baktérium)
- **Leván** (2-6 kötésű egyenes fruktóz lánc)
 - *Bacillus subtilis*ben
- **Mannán** (1-2 > 1-6 kötéssel mannózegységek)
 - Élesztőben
 - Datolyában
 - Orchideagumóban
 - Tülevelűek fájában

Vázpoliszacharidok

- Cellulóz

- β -glükóz (cellobióz) elágazás nélküli hosszú lánc
- 35 000 – 300 000 moltömeg
- H-kötések -----
- **Növények szilárdító anyaga**



Vázpoliszacharidok

- **Xilánok**
 - **20-40 egységből álló egyenes láncú xilózlánc, amelyben arabinóz is található**
 - **Növényekben, a cellulóz kísérőanyaga**
- **Hemicellulóz**
 - **Glükuronsav + xilán**
 - **Növényekben a cellulóz kísérőanyaga**

Vázpoliszacharidok

- **Pektin**
 - **Pektinsav** (25000 – 100 000 moltömeg)
 - **Poligalakturonsav**
 - **Poligalaktánok (galaktóz)**
 - **Poliarabánok (arabinóz)**
 - **Gyümölcsökben kocsonyásítóanyag**
- **Alginsav**
 - **Polimannuronsav**
 - **Algákban**

Mukopoliszacharidok

- **Kitin** (N-acetil-D-glükózamin)
 - Állatokban
 - Gombákban
- **Hialuronsav** (nagy viszkozitású folyadék)
 - Ízületek „kenőanyaga”
 - Köldökzsínór kocsonyás anyaga
- **Kondroitin kénsav**
 - Csontokban
 - Szaruhártyában
 - Érfalokban
- **Heparin** (véralvadásgátló)
 - Májban
 - Tüdőben
 - Lépben
 - Vérben

Egyéb poliszacharidok

- Agar-agar
 - Tengeri algákban
 - Táptalaj, gélelektroforézis
- Alginsav
 - Tengeri algákban
 - Élelmiszeripar (kocsonyásításra)
- Gumiarabicum
 - Akácfélékben
 - Ragasztóanyag
- Vércsoportot meghatározó anyagok
 - Vérben
 - 0, A, B, AB vércsoport

Mezőgazdasági kémia II.

Biológiailag fontos makromolekulák

Lipidek

4.

Mit kell tudni a lipidekről?

1. Mely vegyületek tartoznak a lipidek csoportjába?
2. Milyen közös tulajdonságaik vannak?
3. Mit nevezünk neutrális zsíroknak?
4. Milyen tulajdonságait ismerjük a neutrális zsíroknak?
5. Hogyan osztályozhatjuk a neutrális zsírokat?
6. Mit tudunk a zsírsavak reakcióképességéről?
7. Mit tudunk a foszfatidokról?
8. Hogyan épülnek fel a biológiai membránok?
9. Milyen tulajdonságokkal rendelkeznek a karotinoidok?
10. Milyen vegyületek tartoznak a szteránvázas vegyületek csoportjába?

Lipidek (zsírszerű anyagok)

Szerkezetükben, tulajdonságaikban, funkciójukban nagyon eltérő vegyületek, egyetlen közös tulajdonságuk, hogy apoláros oldószerekkel kioldhatók a sejt többi molekulái közül.

- Egyszerű lipidek (karotinoidok, szteroidok)
 - Bonyolult szerkezetű vegyületek
 - Hidrolízissel tovább nem bonthatók
- Összetett lipidek (neutrális zsírok, foszfatidok, viaszok, egyéb lipidek)
 - Hidrolízissel további egyszerűbb alkotórészekre bonthatók

Karotinoidok

Konjugált
kettős
kötések

Színesek

(karotin -
narancssárga
likopin -
piros,
xantofill -
sárga)

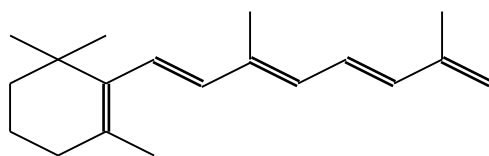
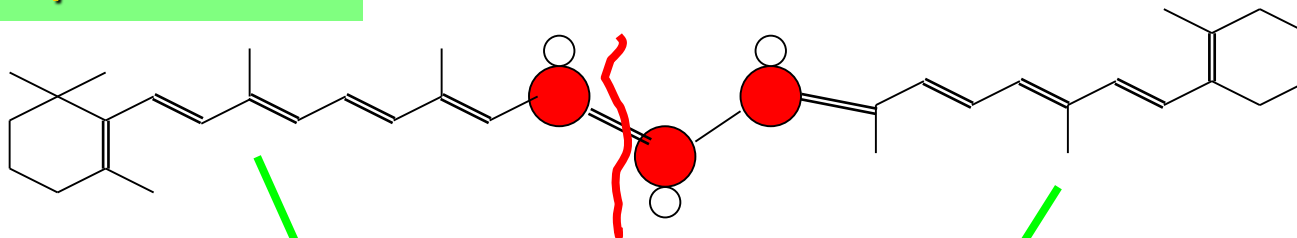
A-, K-, E-
vitamin

Látóbíbor
(A-
vitaminból
keletkezik)

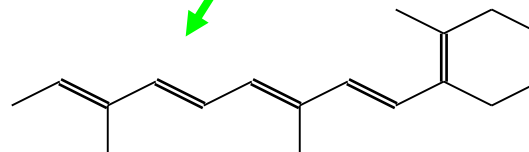
Egyszerű lipidek

β -karotin

β -karotin

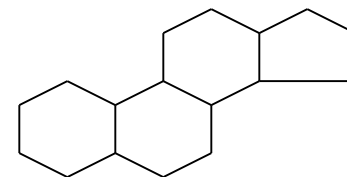


A-vitamin



A-vitamin

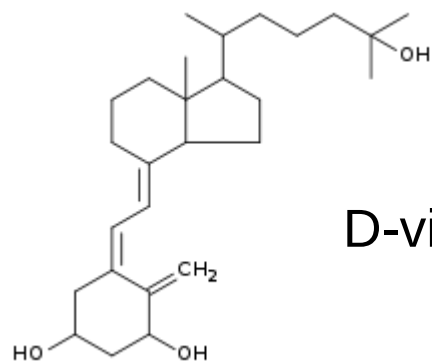
Egyszerű lipidek



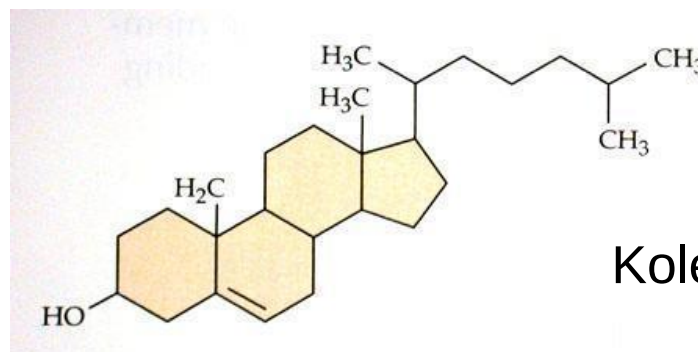
szteránváz

- Szteroidok

- Szteránváz
- D-vitamin (provitaminjából a bőrben keletkezik UV sugarak hatására)
- Epesavak, epesók (zsírok emulgeálása – emészthetőség javítása)
- Koleszterol (koleszterin a vérben)
- Hormonok (nemi hormonok, a mellékvese hormonjai)



D-vitamin



Koleszterin

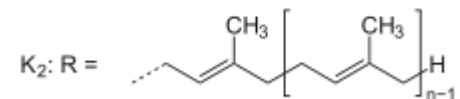
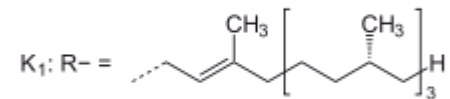
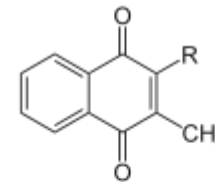
Tokoferol (E-vitamin)



K₁-vitamin = fillokinon.

K₂-vitamin = menakinon-n.

K₃-vitamin = menadion



Szterinek (szteránvázas vegyületek)

- Zooszterinek (állatokban)
 - Koleszterin (pl. az idegszövetben)
 - Dehidrokoleszterin (D₃-vitamin provitaminja)
- Fitoszterinek (magasabb rendű növényekben)
 - Szitoszterin
 - Sztigmaszterin
 - Brasszिकासzterin
- Mikoszterinek (alacsonyabb rendű növényekben, gombákban)
 - Ergoszterin (D₂-vitamin provitaminja)
 - Dehidroergoszterin

Összetett lipidek

- Neutrális zsírok (gliceridek)

- Összetételük

- Glicerín és nagy C-atomszámú zsírsavak észterei

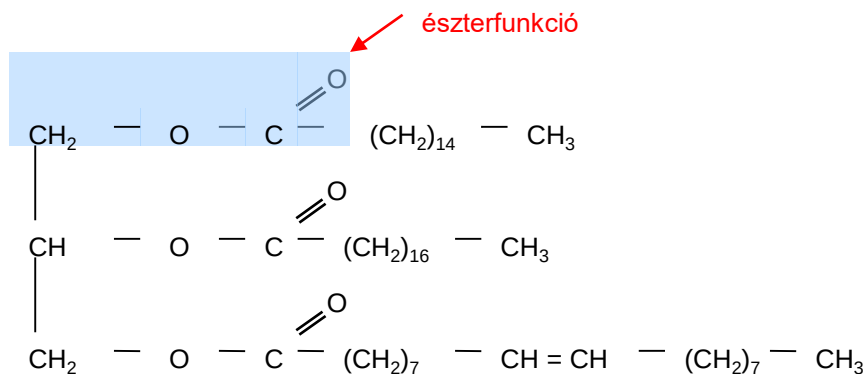
- A zsírsavak lehetnek telítettek és telítetlenek

- Zsírok: főleg telített zsírsavak

- Olajok: több telítetlen kötés

- Funkciójuk

- Tartaléktápanyagok, hőszigetelő- és mechanikai hatásoktól védő anyagok



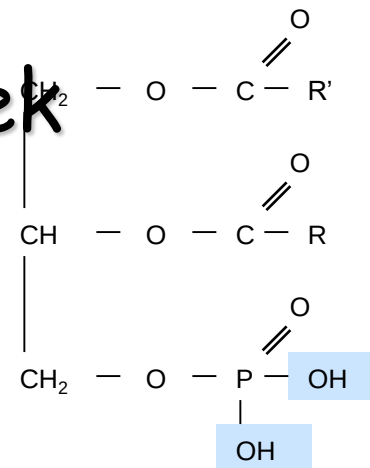
Neutrális zsírok felépítése (triglicerid)

Összetett lipidek

Foszfatidok

– Foszfatidsav:

Glicerín + 2 zsírsav + foszforsav

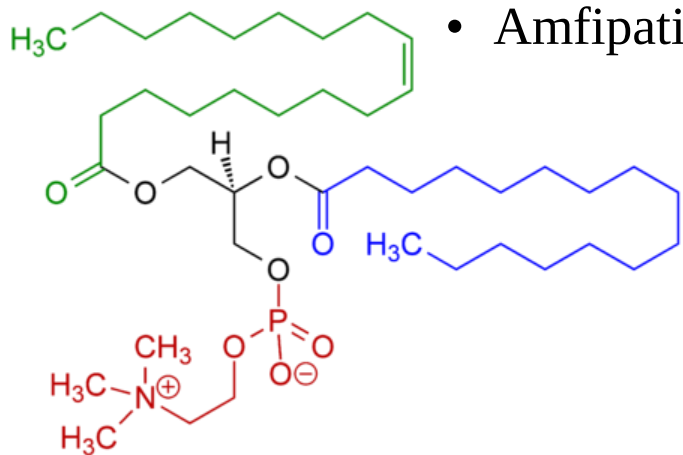


Foszfatidsav

– Foszfatidok:

Foszfatidsav + alkohol (pl.: lecitin)

- Sejtmembrán-alkotók
- Amfipatikus (felületaktív) anyagok – detergensek



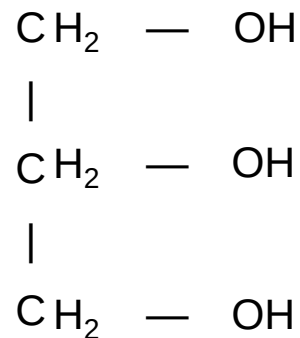
Lipidek csoportosítása

- Jellegzetes savmaradékuk szerint
 - Egyszerű
(nem elszappanosíthatók)
 - **Sav-lipidek**
(elszappanosíthatók)
 - Semleges, vagy poláris jellegük szerint
 - Semleges
 - Poláris
- ✓ Szabad zsírsavak
 - ✓ Szterinek
 - ✓ Karotinoidok
 - ✓ Tokoferolok
 - ✓ **Mono-, di-, triacil-glicerinek**
 - ✓ **Foszfolipidek**
 - ✓ **Glikolipidek**
 - ✓ **Diollipidek**
 - ✓ **Viaszok**
 - ✓ Szterinek
 - ✓ **Szterinészterek**

Acilglicerinek alkotórészei

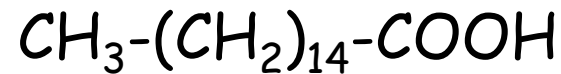
- Glicerín
 - Három szénatomos
 - Telített
 - Háromértékű alkohol

- Zsírsavak



Acilglicerinek alkotórészei

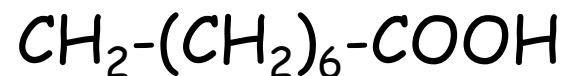
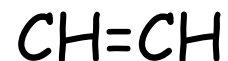
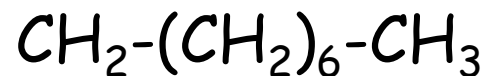
- Glicerín
- Zsírsavak
 - Többnyire páros szénatom-számúak ($14 \leq C \leq 24$)
 - El nem ágazóak
 - Telítettek, vagy
 - Telítetlenek, vagy
 - Többszörösen telítetlenek



Palmitinsav

Acilglicerinek alkotórészei

- Zsírsavak
 - Többnyire páros szénatom-számúak ($14 \leq C \leq 24$)
 - El nem ágazóak
 - Telítettek, vagy
 - Telítetlenek, vagy
 - Többszörösen telítetlenek

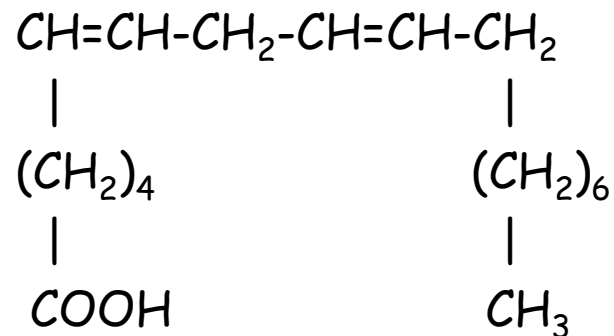


Olajsav

Acilglicerinek alkotórészei

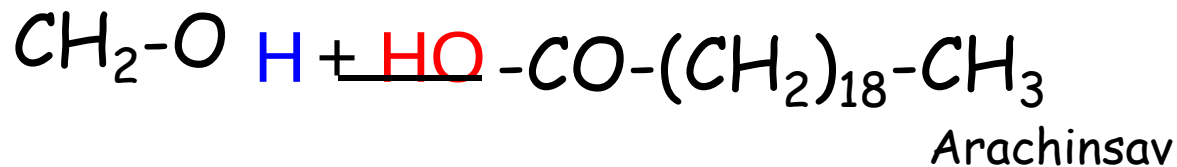
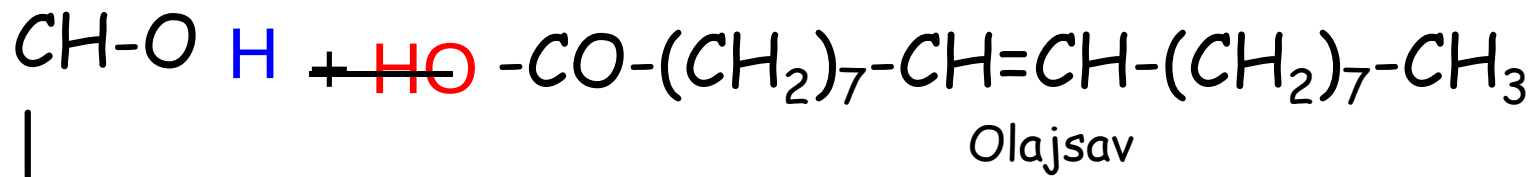
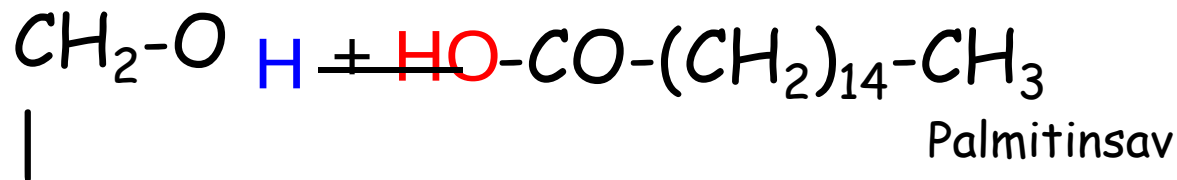
- Zsírsavak

- Többnyire páros szénatom-számúak ($14 \leq C \leq 24$)
- El nem ágazóak
- Telítettek, vagy
- Telítetlenek, vagy
- Többszörösen telítetlenek



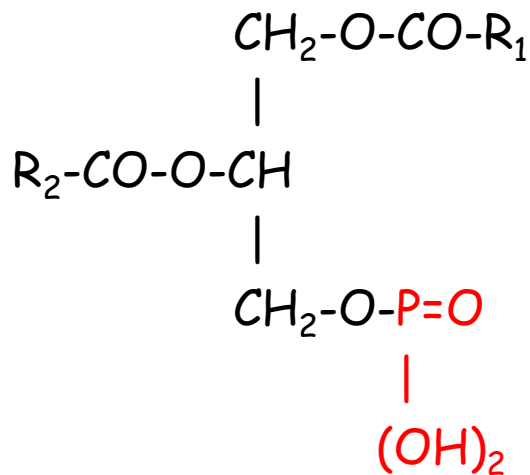
Linolsav

Acilglicerinek keletkezése



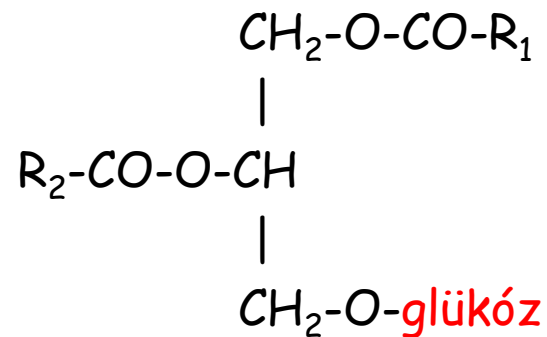
Foszfo- és glikolipdek

- Foszfolipid



Foszfatidsav

- Glikolipid



Glikolipid

Diollipidek



Etándiol

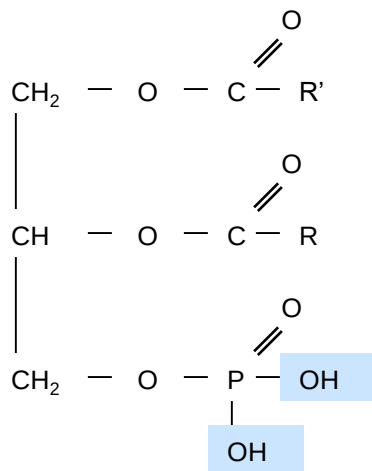
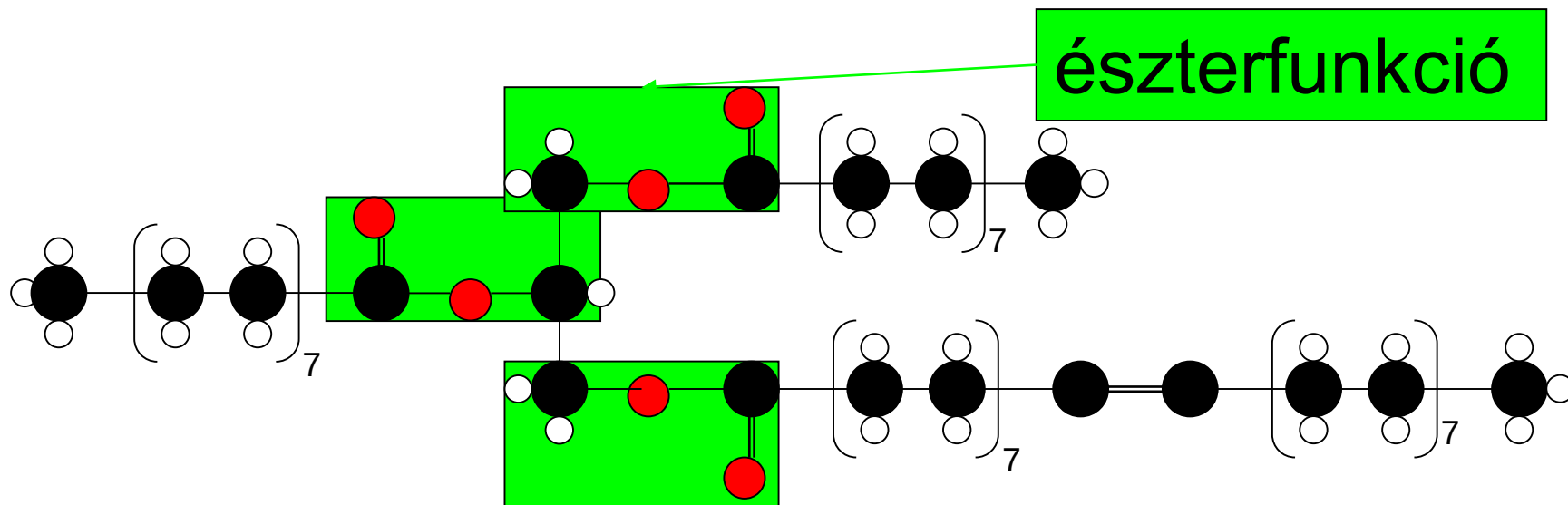


Butándiol

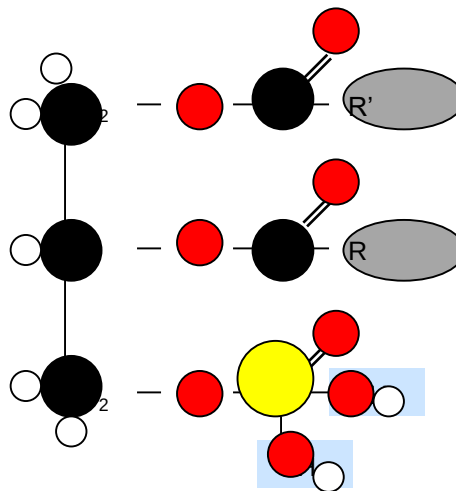
Zsíralkoholok, viaszok

- Zsíralkoholok
 - Hosszú szénláncú egyértékű alkoholok
 - $C_{16}H_{33}OH$ cetil-alkohol (telített)
 - $C_{18}H_{37}OH$ sztearil-alkohol (telített)
 - $C_{18}H_{35}OH$ oleil-alkohol (egyszeresen telítetlen)
- Viaszok
 - Egyértékű zsíralkoholok egyértékű zsírsavakkal alkotott észterei
 - $R_1-O-CO-R_2$

Neutrális zsírok felépítése (triglicerid)



Foszfatidsav



Foszfatidsav

Összetett lipidek

Foszfatidok

- Foszfatidsav:

Glicerín + 2 zsírsav + foszforsav

- Foszfatidok:

Foszfatidsav + alkohol (pl.: lecitin)

- Sejtmembrán-alkotók
- Amfipatikus (felületaktív) anyagok - detergenssek
- Viaszok (méhviasz)
 - Hosszú C-láncú alkohol + hosszú C-láncú savak észterei
- Egyéb lipidek (pl.: terpének)
 - Növények illat és színanyagai (citrusfélék)
 - Fotoszintetikus pigmentek alkotórészei
 - Vitaminok komponensei

Egyéb lipidek

- Lipoproteinek (fehérjékhez kapcsolódó lipidek)
- Karotinoidok (színanyagok)
- Gyanták (aromás karbonsavak és alkoholok elegye)
- Balzsamok (illóolajokban oldott gyanták)
- Zsíroldható vitaminok

Fontosabb természetes zsíradékok

- Tejzsíradékok
- Szárazföldi állatok zsíradékai
 - Sertészsír
 - Marhafaggyú
 - Baromfiszír
- Tengeri állatok zsíradékai
 - Halolajok
 - Halmájolajok
 - Bálnazsír
- Növényi zsíradékok
 - Gyümölcshús-zsírok
 - Magzsírok
 - Csíraolajok
 - Magolajok

Természetes zsíradékok fontosabb fizikai jellemzői

- **Lágyuláspont ($^{\circ}\text{C}$):**
Az a hőmérséklet, amelyen a zsíradék éppen folyékony kezd lenni
- **Zavarosodási pont ($^{\circ}\text{C}$):**
Az a hőmérséklet, amelyen az olaj vagy megolvasztott zsír lehűtés hatására éppen zavarosodni kezd
- **Füst-, lobbanás- és égéspont ($^{\circ}\text{C}$):**
Azok a hőmérsékleti értékek, amelyeknél a zsíradék
 - ✓ Füstölni kezd
 - ✓ A bomlástermékek lobbanásszerűen elégnek
 - ✓ A bomlástermékek folyamatosan égnek

Természetes zsíradékok fontosabb kémiai jellemzői

- Acidimetriás számok
 - ✓ Savszám
Szabad zsírsavak mennyisége (avasodás)
 - ✓ Elszappanosítási szám
Teljes hidrolizálhatóság (móltömeg)
 - ✓ Reichert-Meissl- és Polenske-szám
Illékony vízzoldható, ill.
Illékony vízben nem oldódó zsírsavak mennyisége
- Én-metriás számok
 - ✓ Jódszám
Jód (halogén) addíció (telítetlen kötések száma)
 - ✓ Peroxidszám
Jelenlévő peroxidok mennyisége (autooxidáció →avasodás)

Egyéb lipidek

- Lipoproteinek (fehérjékhez kapcsolódó lipidek)
- Karotinoidok (színanyagok)
- Gyanták (aromás karbonsavak és alkoholok elegye)
- Balzsamok (illóolajokban oldott gyanták)
- Zsíroldható vitaminok

Biológiaiilag fontos makromolekulák

Fehérjék, Enzimek

Fehérjék

- A legváltozatosabb felépítésű makromolekulák
- Sokféle funkció (építőanyag, katalizátor, oxigénszállítás, oxigéntárolás, védekezés – immunfehérjék, tartalék tápanyag, stb.)
- Faj-és egyedspecifikusak
- Amino-és karboxil-csoportot tartalmazó molekulák
- A fehérjék felépítő egységei az α -aminosavak közé tartoznak

- Alkotóik az α -aminosavak (20 féle)



- Az oldallánc lehet

- Poláris

- Apoláris

- Semleges

- Savas

- Bázikus

- Amino-csoport ($-NH_2$)

- Karboxil-csoport ($-COOH$)

- Ikerionos szerkezet (amfoter tulajdonság)

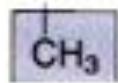
- Izoelektromos pont (ez egy pH-érték)

- Peptidkötés

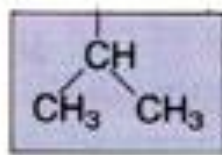
Apoláris aminosav oldalláncok....



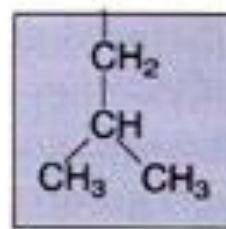
Glicin



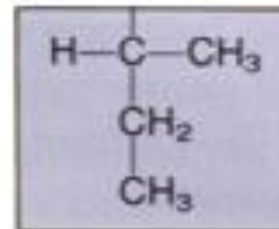
Alanin



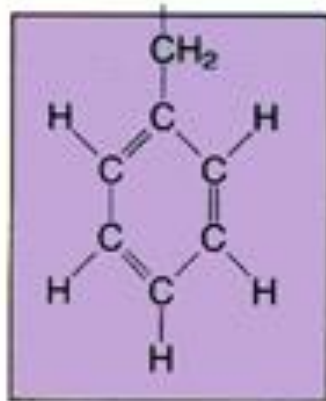
Valin



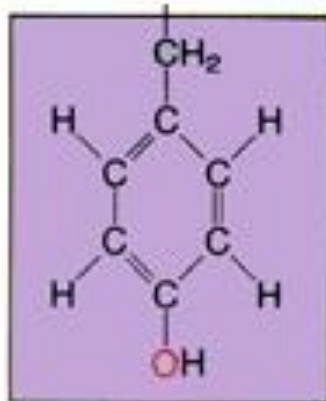
Leucin



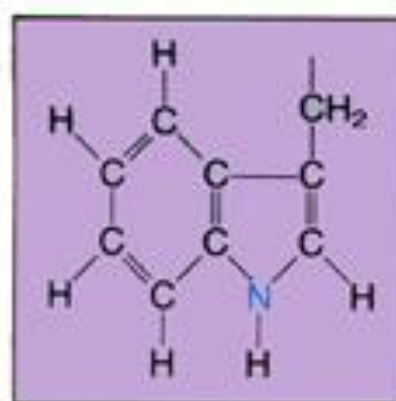
Izoleucin



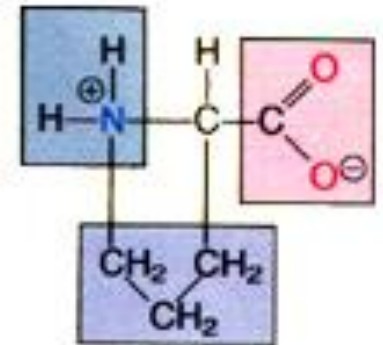
Fenilalanin



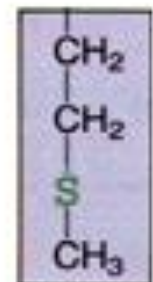
Tirozin



Triptofán



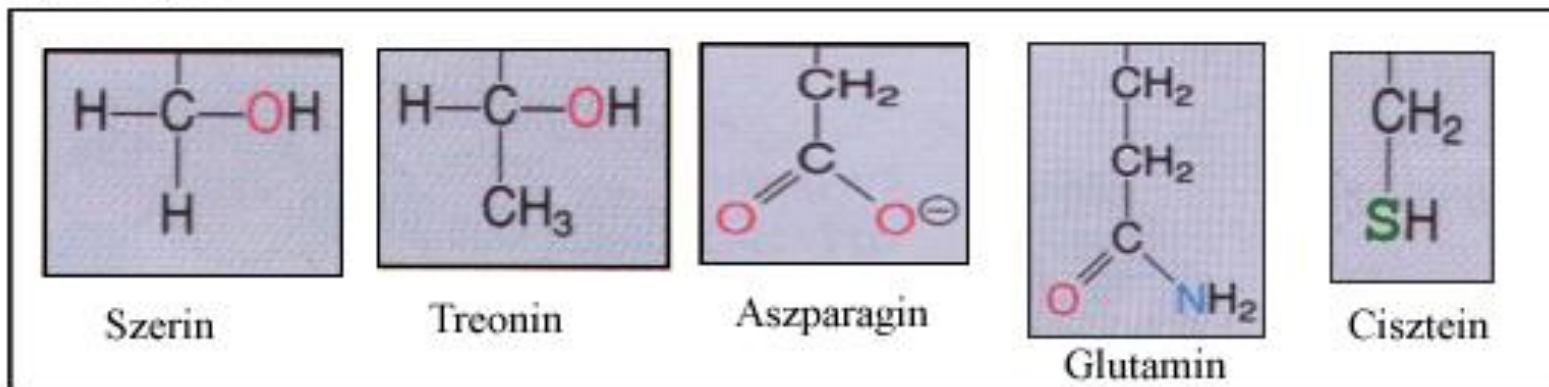
Prolin



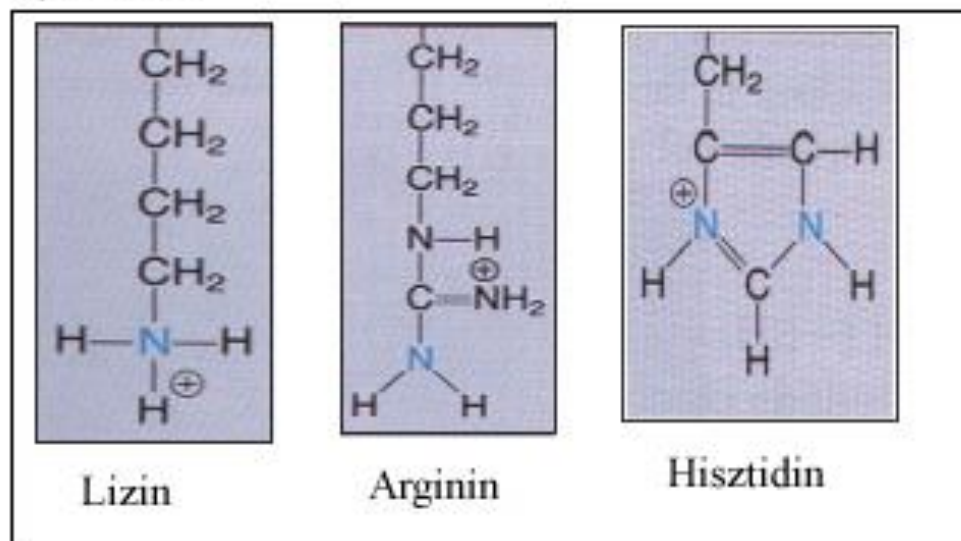
Metionin

Poláris aminosav oldalláncok....

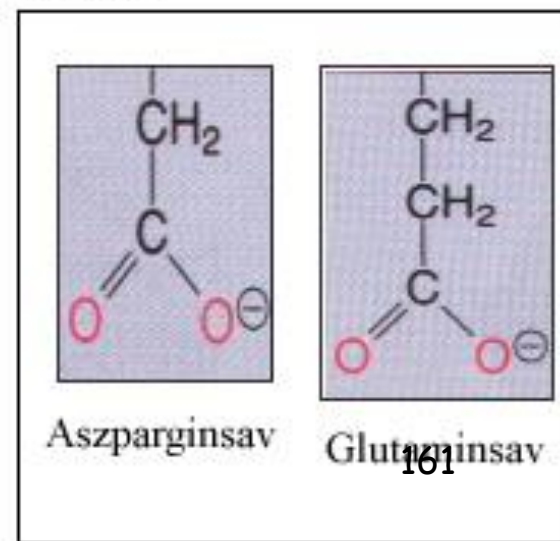
a) semleges



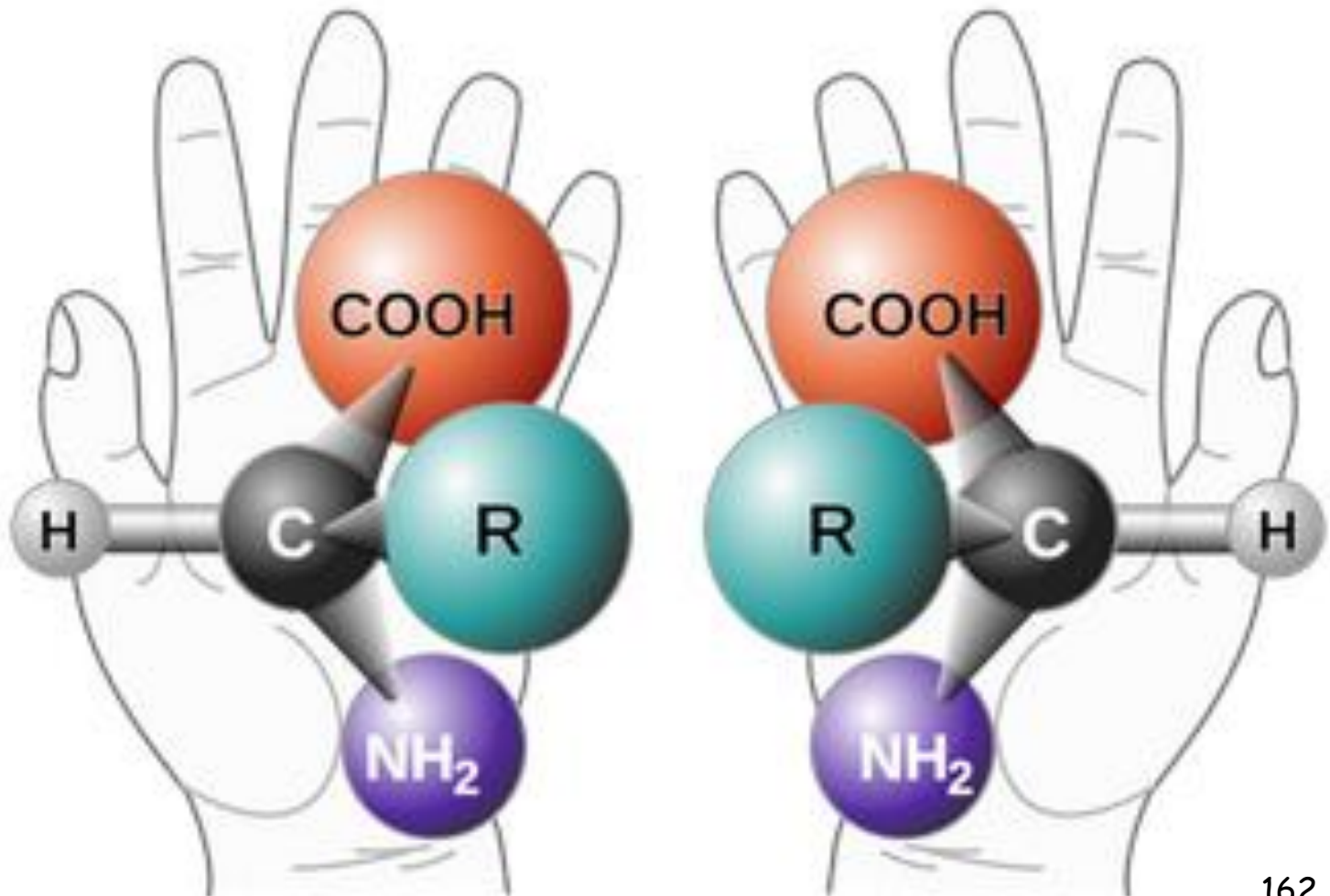
b) bázikus



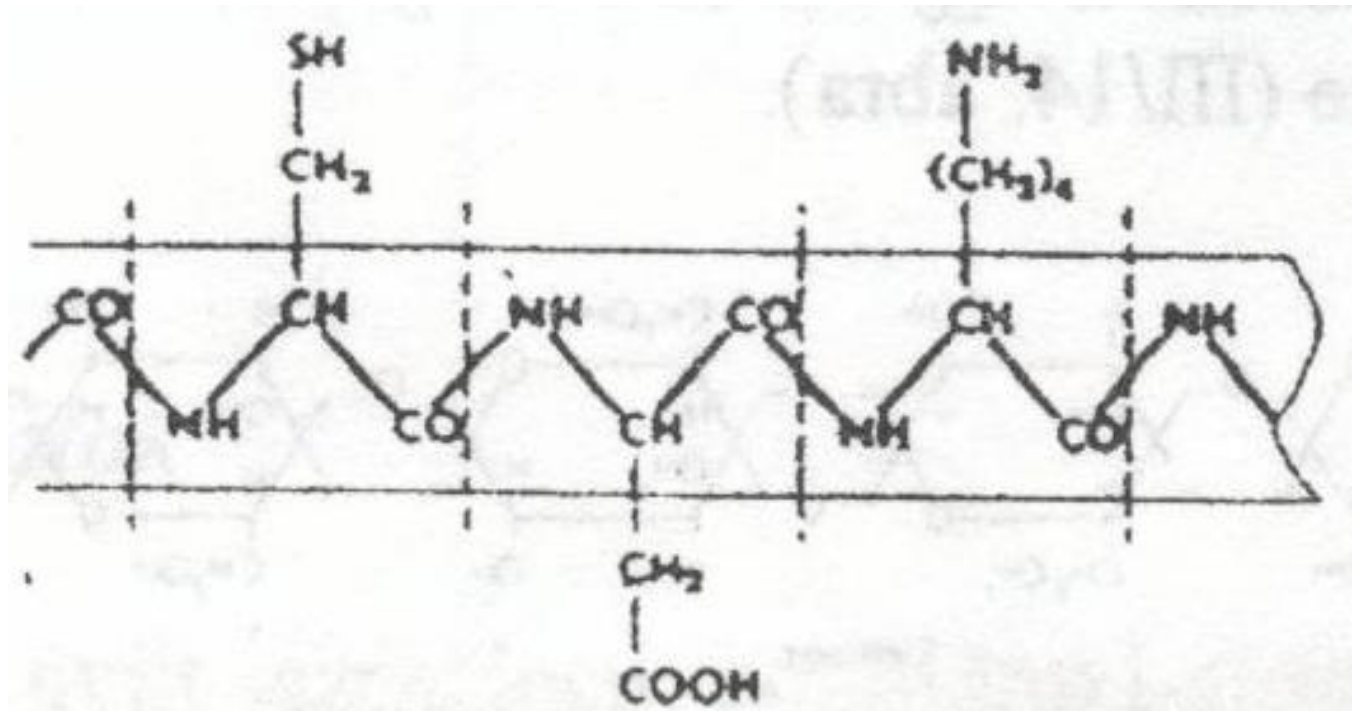
c) savas



Aminosavak optikai izomériája



- Az egyes aminosavak peptidkötéssel kapcsolódnak egymáshoz és úgy alakul ki a polipeptidlánc

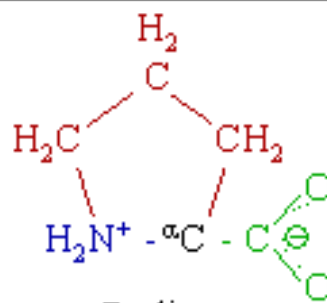
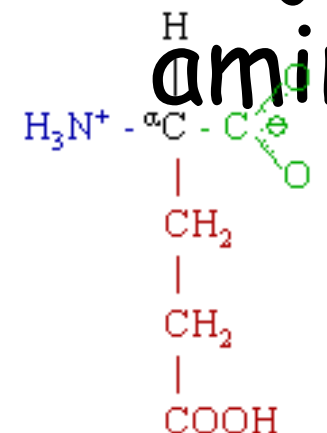
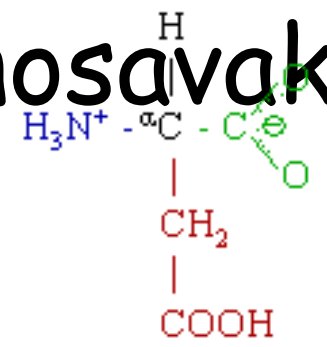
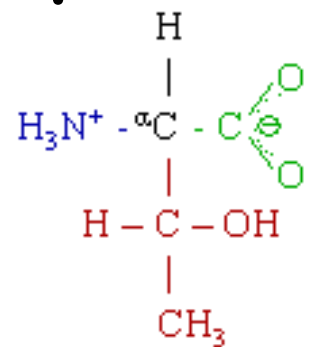
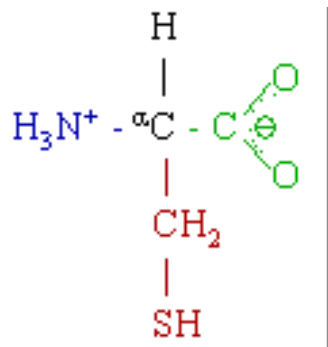
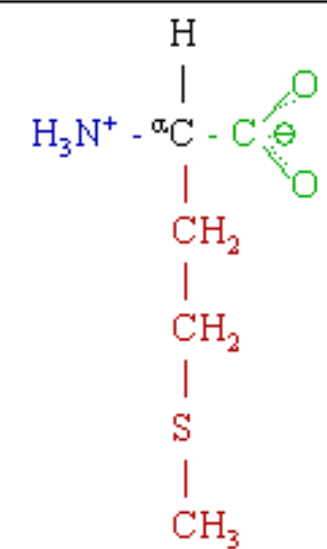
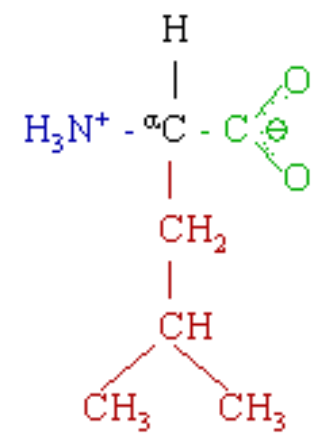
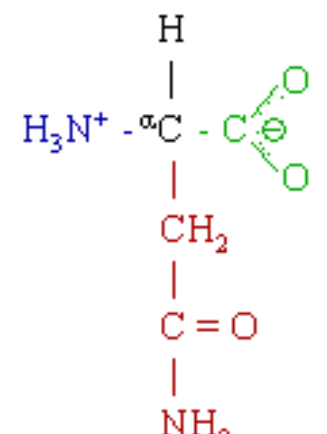
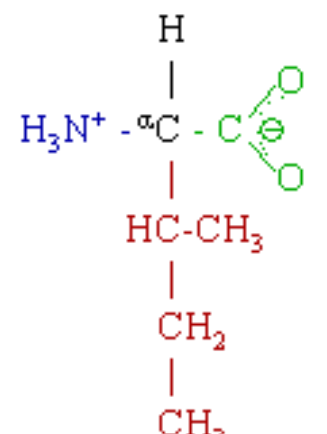
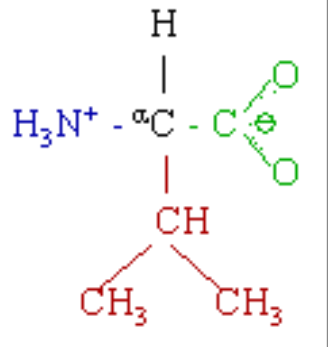


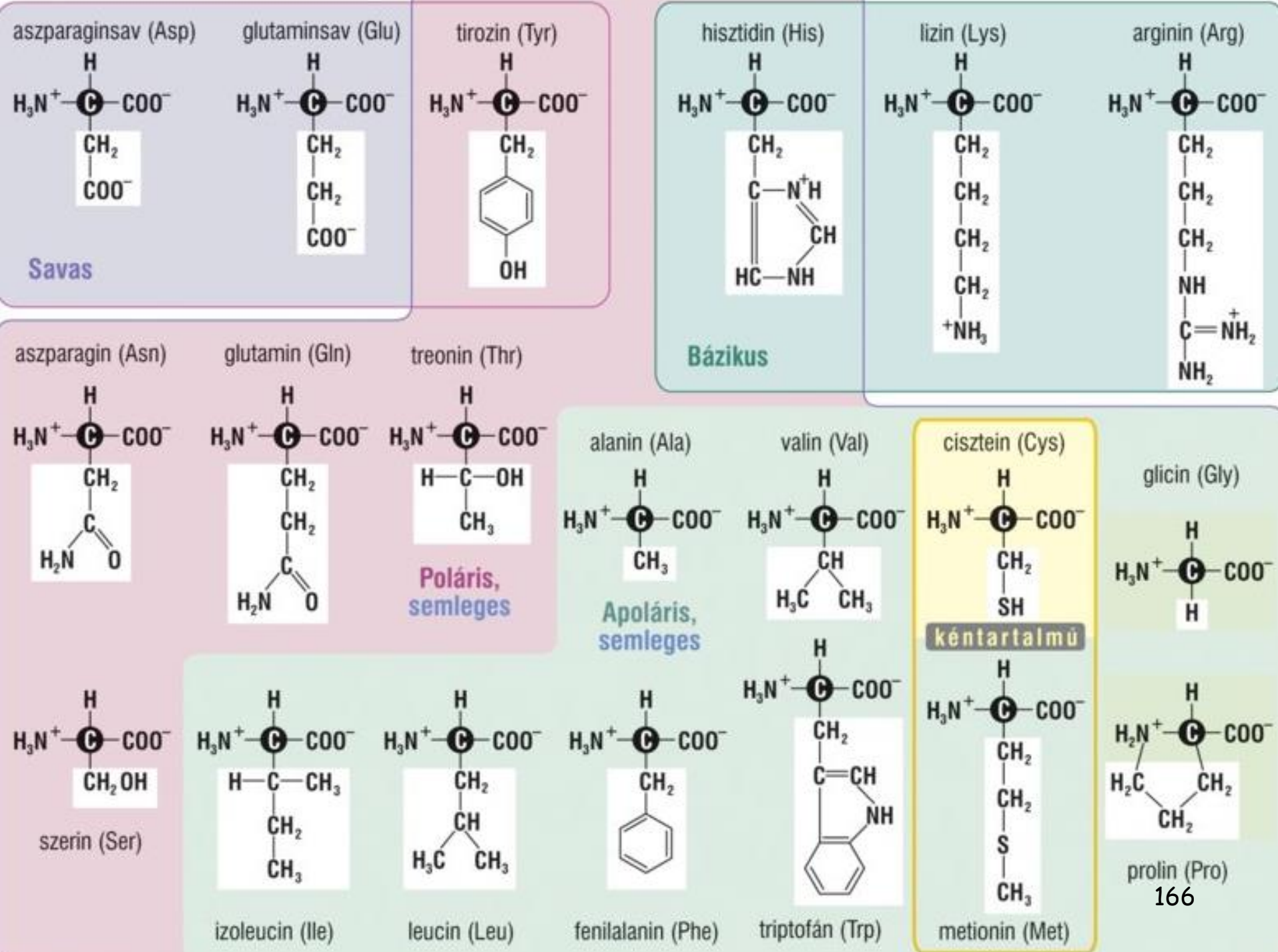
A fehérjéket felépítő

$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ (\text{CH}_2)_3 \\ \\ \text{NH} \\ \\ \text{C}=\text{NH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ Arginine (Arg / R)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}=\text{O} \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ Glutamine (Gln / Q)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} $ Phenylalanine (Phe / F)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_4 \\ \\ \text{OH} \end{array} $ Tyrosine (Tyr / Y)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_8\text{H}_6\text{N} \end{array} $ Tryptophan (Trp, W)
$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ (\text{CH}_2)_4 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array} $ Lysine	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{H} \end{array} $ Glycine (Gly / G)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array} $ Alanine (Ala / A)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_3\text{H}_3\text{N}_2 \end{array} $ Histidine (His / H)	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{N}^+ - \alpha\text{C} - \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O}^- \end{array} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{OH} \end{array} $ Serine (Ser / S)

A fehérjéket felépítő

aminosavak

(Lys / K)  Proline (Pro / P)	 Glutamic Acid (Glu / E)	 Aspartic Acid (Asp / D)	 Threonine (Thr / T)	 Cysteine (Cys / C)
 Methionine (Met / M)	 Leucine (Leu / L)	 Asparagine (Asn / N)	 Isoleucine (Ile / I)	 Valine (Val / V)



A fehérjék szerkezete (többféle szerkezet értelmezhető)

- Elsődleges (primer) szerkezet

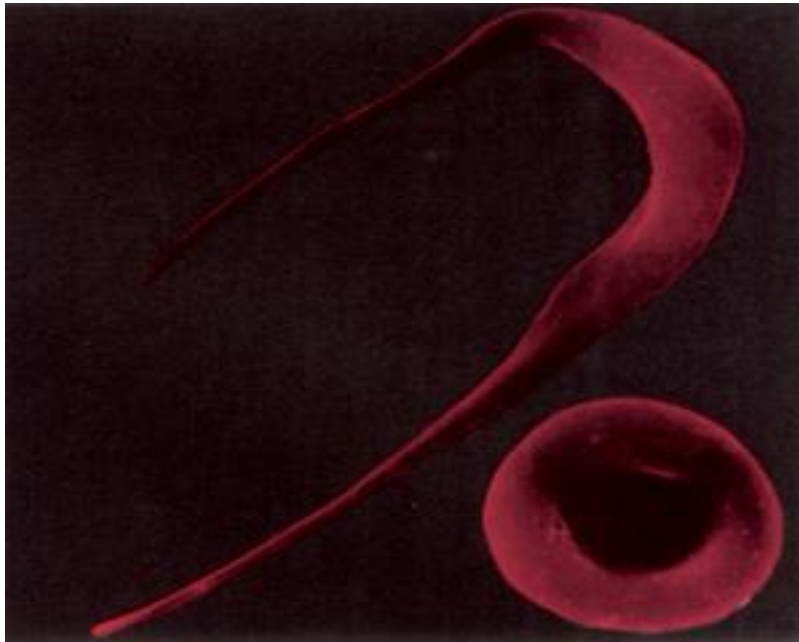
- Az aminosavak száma, és kapcsolódási sorrendje (egyértelműen meghatározza a térben és időben viszonylag stabil szerkezetet)
 - Az aminosavak peptidkötésekkel peptidlánccá kapcsolódnak (di-, tri-, oligo-, polipeptidek)
 - A polipeptidláncban nincs elágazás
 - N-terminális vég ($-\text{NH}_3^+$ -ion)
 - C-terminális vég ($-\text{COO}^-$ -ion)

- Másodlagos (szekunder) szerkezet

- A polipeptidlánc részleteinek térbeli elrendeződése (hidrogén kötések!)
 - β -lemez
 - α -hélix
 - Random

A fehérjék elsődleges szerkezete

- Akár egy aminosav cseréje is megszüntetheti a működőképességet (pl. sarlóssejtes anémia)



Sarló alakú vörösvérsejt

Egészséges vörösvérsejt

- **Harmadlagos (tercier) szerkezet**

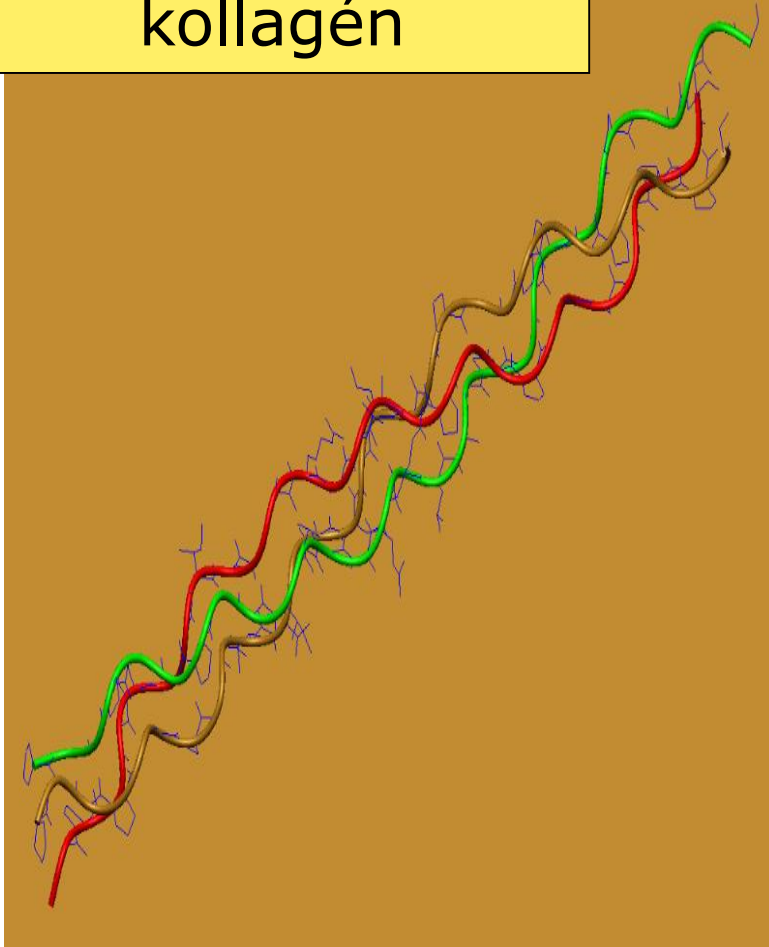
- Az egész fehérjemolekula térbeli elrendeződése (lánckonformáció)
 - Fibrilláris (szálalakú) – selyemszál, haj, toll, szőr fehérjéje, keratin
 - Globuláris (gömbalakú) – enzimek általában
- A lánckonformációt különböző kötések stabilizálják
 - Kovalens kötés (diszulfid-hidak)
 - Ionos kötés (az ikerion szerkezet miatt)
 - Hidrogénhidak
 - van der Waals kötés
- Vizes közegben
 - Belül a hidrofób részek, kívül a hidrofíl részek → hidrofíl kolloidként viselkedik
 - Kívül lehet sok hidrofób csoport → kölcsönhatás más (hidrofób) vegyületekkel, pl.: lipidekkel

- **Negyedleges kvaterner) szerkezet**

- A fehérje alkotórészeinek együttes térbeli elrendeződése
 - Csak az összetett fehérjékre értelmezhető

Fehérjék harmadlagos szerkezete

kollagén



pepszin



Fehérjék csoportosítása (összetételük szerint)

- Egyszerű fehérjék (proteinek)
 - Kizárólag aminosavakból épülnek fel
 - Albuminok – tojásban, vérben
 - Kollagén - kötőszövetekben
- Összetett fehérjék (proteidek)
 - Az aminosavakon kívül más alkotórészt is tartalmaznak
 - Lipoproteidek – sejthártyában (fehérje + lipid)
 - Glükoproteidek – globulinokban (fehérje + szénhidrát)
 - Fémproteidek – hemoproteidek (fehérje + fémion)

Hemoproteidek és funkcióik

- A hemoglobin, mioglobin, citokrómok, peroxidázok és katalázok gerincesekben az oxigén szállításában és raktározásában (mioglobin) játszanak szerepet
- Hemoproteidek csoportosítása (a bennük lévő vasatom funkció során mutatkozó viselkedése szerint)
 - Peroxidázok és katalázok (tartósan Fe^{3+})
 - Citokrómok (átalakulás $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}^{3+}$)
 - Hemoglobinok (tartósan Fe^{2+}) →

} **enzime
k**

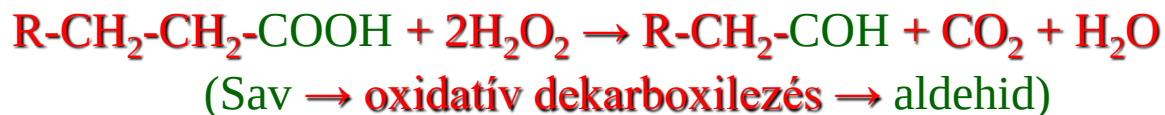
nem enzim

Teljes értékű fehérjék

- A természettudomány az a fehérjét hívja teljesértékűnek, mely mind a nyolc esszenciális aminosavat tartalmazza.
- Növények közül ilyen: a
 - kelbimbó, karfiol,
 - sárgarépa,
 - kukorica,
 - tök, uborka,
 - krumpli, paradicsom,
 - zöldborsó,
 - az összes dióféle, szezám-, napraforgómag, valamint a fehérjéi.
- Hangsúlyozni kell, hogy **nem kell minden étkezésnél bevinni a teljesértékű fehérjét**, de még naponta sem!

– Peroxidázok

- Olyan oxidációs folyamatot katalizálnak, amelyekben az oxidáló ágens a hidrogénperoxid (pl.: zsírsavak oxidációja csírázó magvakban)



– Katalázok

- Az oxidációs folyamatok során keletkező mérgező hidrogénperoxid elbontását katalizálja (pl.: aminosavak lebontása során keletkezett H_2O_2)



– Citokrómok

- A molekuláris oxigén aktiválását végzik

Lebontandó (oxidálandó) anyag által leadott elektronokat az oxigénhez szállítja, és átadja az oxigénnek.

– Hemoglobinok **(nem enzimek!)**

- Molekuláris oxigént kötnek meg, és molekulárisan szállítják, majd disszociációval átadják (olyan szervezetekben, amelyek nagy testméretük, vagy ökológiai viszonyaik miatt az oxigénszükségletüket diffúzióval nem tudják fedezni)
- **Gerincesekben**
 - Hemoglobin (vér) → **O₂ szállítása** a tüdőből a szövetekbe, ill. a légzési CO₂ szállítása a szövetekből a tüdőbe
 - Mioglobin (izom) → **oxigéntárolás**
- **Gerinctelenekben**
 - Nem oxigénszállító, hanem **oxigéntároló** (tartalékoló) szerepük van
- **Növényekben**
 - Pillangósok gyökérgümőiben élő N-fixáló baktériumok szimbiotikus körülmények között hemoglobint termelnek, táptalajon nevelve a növényt nem termelnek.

Érdekes

A gerinctelenek világában számos nem hemoglobin típusú, molekuláris oxigént reverzibilisen kötő fehérje is előfordul.

Ezek különböző **vastartalmú (de porfirint – a hem vázát – nem tartalmazó)** fehérjék, ill. **réztartalmú hemocianinok**.

Míg az előbbieket **valószínűleg oxigéntartalékolás célját szolgálják, a rákokra és puhatestűekre jellemző hemocianinok kifejezetten oxigénszállítók.**

Biológiaiilag fontos makromolekulák

Enzimek

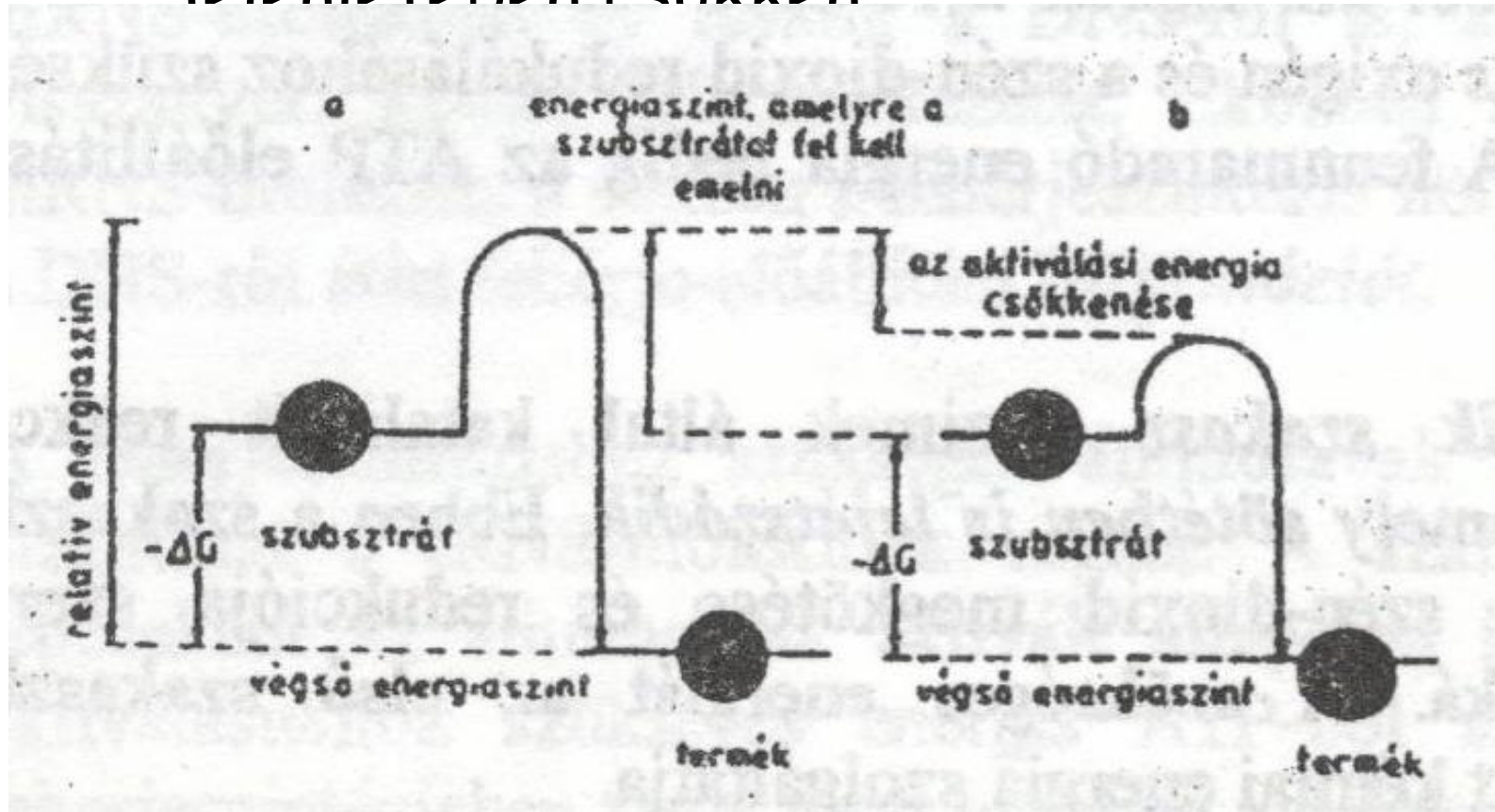
Enzimek

- Nagy molekulatömegű
 - Egyszerű, vagy
 - Összetett fehérjék
- Biokatalizátorok, amelyek
 - Az élő szervezetből **kivonva is** megtartják katalizáló tulajdonságaikat
- Megtalálhatók
 - Mind a növényi, mind az állati eredetű élelmiszerekben

Miért van szükség az enzimekre?

- **A kémiai reakciók sebességét alapvetően meghatározza**
 - Hőmérséklet
 - Nyomás
 - Reagensek koncentrációja
- **A sejtekben mindez viszonylag állandó → a reakciósebesség növelésének lehetőségei**
 - A koncentráció növelése
 - Katalizátorok alkalmazása
- **A katalizátorok**
 - Csökkentik az aktiválási energiát
 - A végtermékben nem jelennek meg
 - Nem szenvednek tartós átalakulást
 - A reakción végén visszanyerjük őket

A biokémiai reakciók eredeti (A)
aktiválási energiája az enzim (B)
 jelenlétében csökken

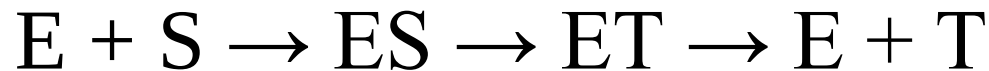


Az élő szervezetek katalizátorai az enzimek (biokatalizátorok)

- Nagyfokú specifitás
 - Folyamat
 - Szubsztrát
 - Folyamat és szubsztrát
- Fehérjék
 - Egyszerű
 - Összetett
 - Fehérje (apoenzim) és nemfehérje (koenzim) rész = működő enzim (holoenzim)
 - Prosztetikus csoport (kovalens kötés)
 - Koenzim (lazább – másodrendű – kötés)
 - » Vitaminok (B-vitamin)
 - » Egyszerű ionok (Mg^{2+} , Co^{2+} , Mo^{2+} , Cl^-)
 - » Nukleotid származékok (KoA, NAD, NADP)

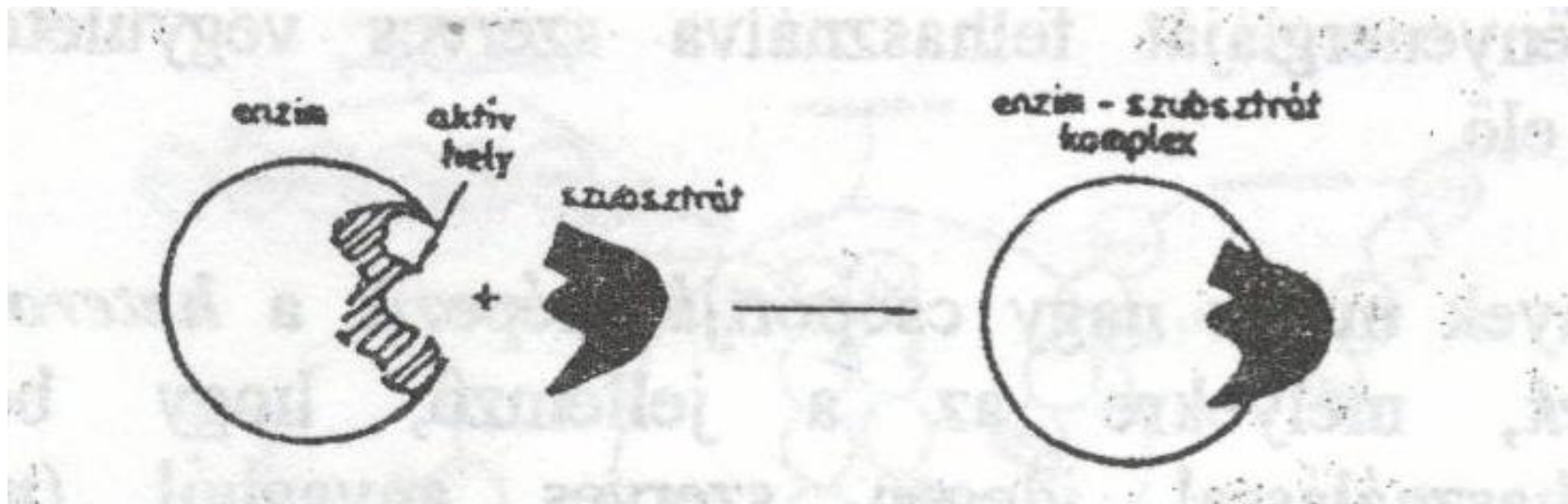
Az enzimek működése

- Aktív centrum
 - Az enzimnek az a része, ahol az átalakulás megtörténik
 - Kialakulása (meghatározott, háromdimenziós szerkezet)
 - Működése



- Zár-kulcs illeszkedés
- Indukált illeszkedés

Az enzim - szubsztrát illeszkedés

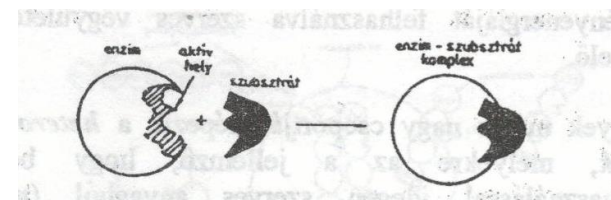


Az enzimek rendszerezése és elnevezése

- Rendszerezés (osztályok, alosztályok, alallosztályok)
 - Katalizált reakció típusa szerint
 - Átalakítandó szubsztrát szerint
 - Az akceptor természete szerint
- Osztályok (katalizált reakció típusa szerint)
 1. Oxidoreduktázok – redoxi reakciót katalizálnak
 2. Transzferázok – gyöktranszfert katalizálnak
 3. Hidrolázok – hidrolízist katalizálnak
 4. Liázok – kovalens kötés nem oxidatív és nem hidrolitikus bontását katalizálják
 5. Izomerázok – izomerizációs reakciót katalizálnak
 6. Ligázok – két molekula kovalens összekapcsolódását katalizálják

Az enzimek működésének külső feltételei

- **Hőmérséklet**
 - Növelésével nő a reakciósebesség, de csak a denaturáció hőmérsékletéig
- **pH (a fehérjék ikerionos szerkezete miatt)**
 - Változásával változik az enzim aktivitása
- **A közegben jelen lévő egyéb vegyületek (negatív vagy pozitív moderátorok (effektorok))**
 - **Gátlás (kompetitív – versengő, alloszterikus – az aktív centrumon kívül kötődő molekula)**
 - Irreverzibilis: az enzimfehérje valamely reakcióképes oldalláncával kovalens kötés → változik a fehérje (aktív centrumának) konformációja → az enzim inaktívvá válik
 - Reverzibilis: nem jön létre kovalens kötés, csak másodlagos kötések → az inhibitor eltávolítása után az aktivitás visszatér
 - **Aktiválás**
 - Reverzibilisen kötődő, kis molekula



Az enzimreakciók reverzibilis gátlása

1. Kompetitív (vetélkedő) gátlás

- ☐ Az enzim vagy a szubsztrátot, vagy az inhibitorot köti meg, mert
 $E, \underline{ES}, EI$
- ☐ Az inhibitor szerkezete nagyon hasonlít a szubsztrát szerkezetéhez
- ☐ A koncentrációtól függ, hogy melyik kötődik az enzimhez

2. Nem-kompetitív gátlás

- Az enzim kötődhet a szubsztráthoz, az inhibitorhoz, de mindkettőt is megkötheti



3. Unkompetitív gátlás

- ☐ Az inhibitor csak az enzim-szubsztrát komplexhez kötődhet



Az enzimreakciók szabályozása

- Metabolit gátlás, ill. aktiválás útján (allosztérikus effektorok)
 - (metabolitok: az anyagcsere intermedierjei = köztes termékei)

Az allosztérikus effektorok (modulátorok) az enzimeknek valamilyen határozott centrumához kötődnek ugyanolyan specifikusan, mint a szubsztrátok, de nem az aktív centrumhoz (alloszterikus = „máshelyű”)

Az alloszterikus modulálás típusai

1. Homotróp modulálás: ha az effektor az enzimnek valamelyik szubsztrátja (szubsztrátnak tekintve a kiindulási – S – és a végterméket –T – is)

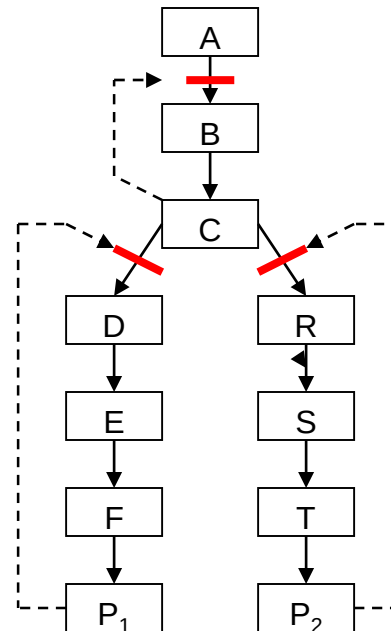
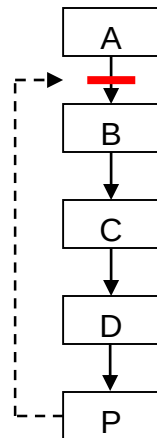


- Szubsztrát gátlás (ha nagy a S koncentrációja, a reakció nem játszódik le)
 - Termék gátlás (ha nagy a T koncentrációja a reakció nem játszódik le)
 - Létrejöhet szubsztrát vagy termék aktiválás is
2. Heterotróp modulálás: ha az effektor nem szubsztrátja az enzimnek (az anyagcsereláncnak egy távolabbi pontján lévő enzim szubsztrátja)
 3. Homotróp-heterotróp (vegyes) modulálás

Feed back szabályozás

- **Feed back gátlás**
 - Valamely reakció végterméke negatív effektorként hat a reakciólánc első lépésére → a végtermék mennyisége állandó szinten marad
- **Feed back aktiválás (a gátlás ellentéte)**
 - Valamely reakció végterméke pozitív effektorként hat a reakciólánc első lépésére → a kiindulási termék mennyisége állandó alacsony szinten marad

Feed back szabályozás



Enzimreakciók szabályozása kovalens kötések módosítása útján (a fehérje emésztő enzimek - zimogének - aktiválása)

- Zimogének:
 - pepszinogén (gyomorban)
 - tripszinogén (a hasnyálmirigy termeli)
 - kimotripszinogén (a hasnyálmirigy termeli)

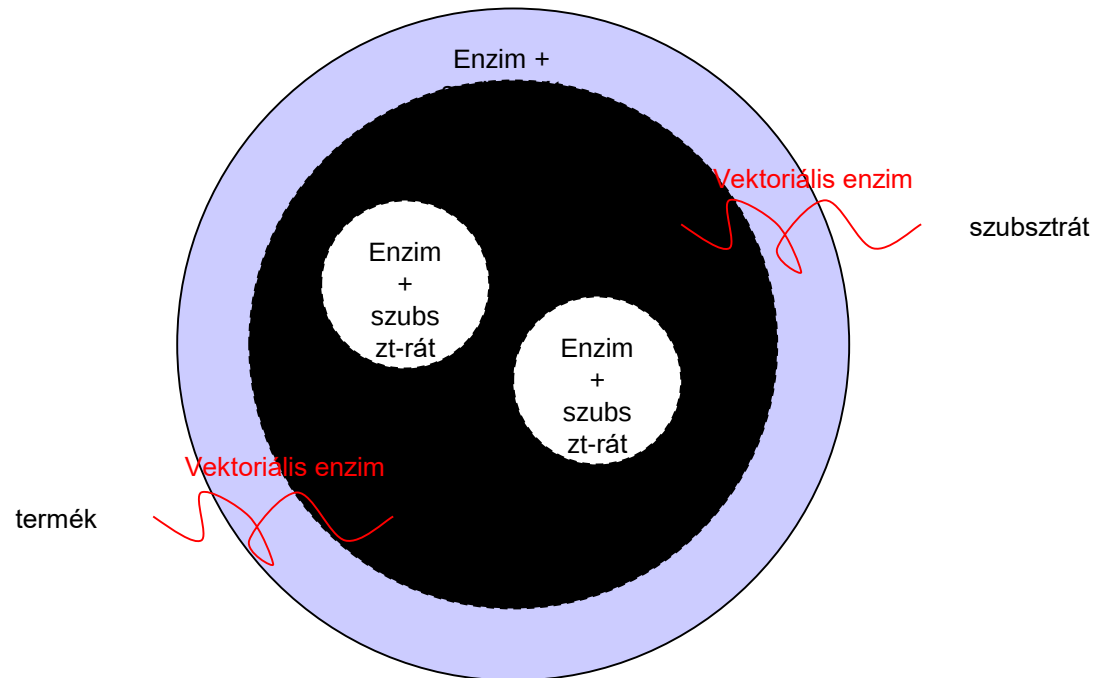
Aktív formájuk csak a tápcsatornában alakul ki
- Pepszinogén + H^+ (HCl a gyomorban egy labilis peptidkötést felhasít) → aktív pepszin → **autokatalízis**
- Tripszinogén + enterokináz enzim (a bélfalban) → aktív tripszin → **autokatalízis**
- Kimotripszinogén + tripszin → **autokatalízis**

Holtalálhatók meg az enzimek a sejtekben?

- **Oldott (szolubilis) állapotban** a citoszolban, ill. a plazma vázrendszerének fonalaihoz kapcsolódva (kis része)
- **Részecskéhez kötötten (partikulált állapotban)** a membránokban (nagyobb része)
 - Térben rögzítettek
 - Reakciósorrendjük meghatározott
 - Hatékonyabban működnek

Enzim + szubsztrát azonos térben

- Membránok által határolt üregekben, vagy
- A membránokban, de
- **Azonos térben!**
- **(Vektoriális enzimek!!!)**
- Egymástól elválasztott terekben külön-külön egyszerre történhet lebontás és felépítés



Fehérjék denaturációja

- A térbeli szerkezetet biztosító másodlagos kötőerők felbomlanak (az elsődlegesek nem)
- A fehérje elveszíti eredeti szerkezetét
- A molekula „kinyúlik, kiegyenesedik”
- Megváltoznak a tulajdonságai:
 - ❖ Oldhatósága (csökken)
 - ❖ Vízmegkötő tulajdonsága
 - ❖ Biológiai aktivitása (elveszíti)
 - ❖ Érzékenysége a fehérjebontó enzimekkel szemben (megnövekszik)
 - ❖ Belső viszkozitása (növekedhet)
 - ❖ Kristályosodó képessége (elveszítheti)

A denaturáció lehet reverzibilis, vagy irreverzibilis!

Fehérjék denaturációja

- Okai: fizikai vagy kémiai behatások
- Fizikai:
 - Hő
 - UV-sugárzás
 - Radioaktív-sugárzás
- Kémiai:
 - pH
 - Nehézfémek sói (réz, cink, ólom stb)
 - Fertőtlenítőszer
 - Formaldehid
 - stb.

Fehérjék denaturációja

- Minden fehérje más-más hatásra érzékeny
- Legérzékenyebbek az enzimfehérjék (ezeknek a denaturálódása halálhoz vezethet!)
- Érzéketlenek a struktúrfehérjék (pl haj)
- Prion (szivacsos agyvelőgyulladás, kerge marhakór kórokozója)

Biológiailag fontos makromolekulák

Nukleotidok, nukleinsavak

Nukleotidok

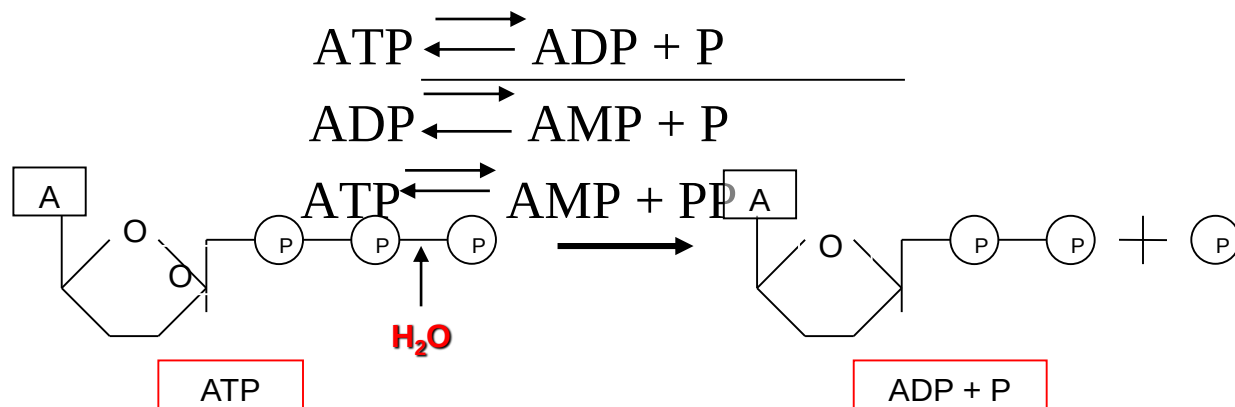
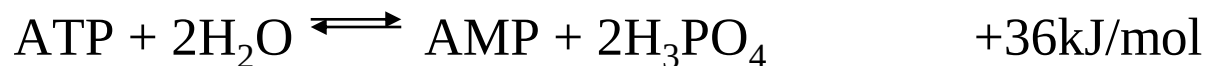
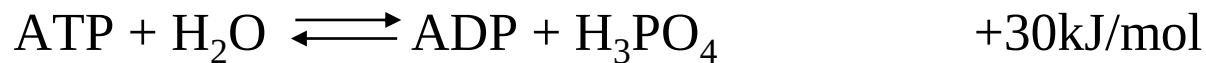
- Változatos biológiai funkciójú szerves vegyületek
- Az életfolyamatokban nélkülözhetetlenek
- Felépítésük
 - Foszforsav
 - Öt C-atomos cukor – pentóz (ribóz, dezoxiribóz)
 - N-tartalmú szerves bázisok
 - Purin-származékok (kétgyűrűs, kilenctagú)
 - Adenin
 - Guanin
 - Pirimidin-származékok (egygyűrűs, hattagú)
 - Timin
 - Citozin
 - Uracil

Néhány nukleotid és biológiai funkcióik

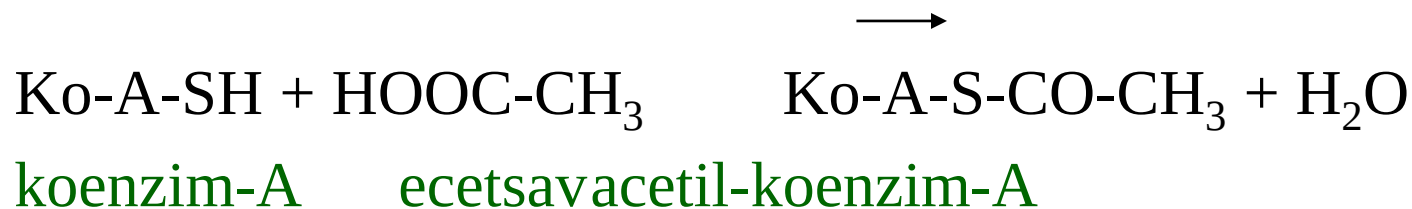
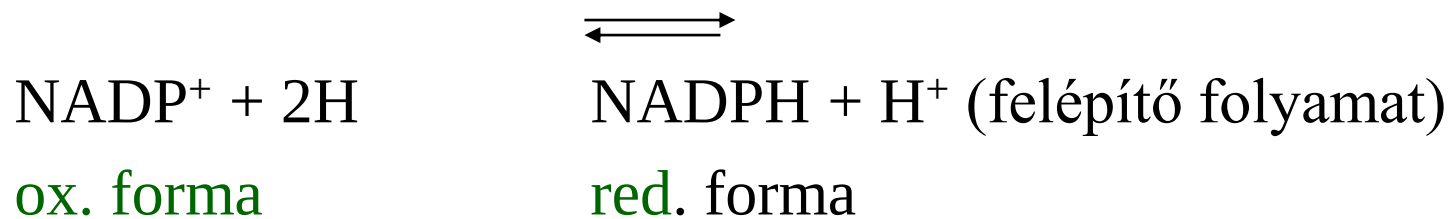
- **Energiatárolás**
 - ATP (adenozin-trifoszfát)
 - ADP (adenozin difoszfát)
 - AMP (adenozin-monofoszfát)
 - GTP, GDP, cGMP (adeninhelyett guanin)
- **Folyamatszabályozás**
 - cAMP (ciklikus adenozin-monofoszfát)
- **Szállítás**
 - FAD (flavin-adenin-dinukleotid) – hidrogént szállít (egy protont és egy elektront)
 - FMM (flavin-mononukleotid)
 - NAD, NADP (nikotinamid-adenin-dinukleotid) – hidrogént szállít
 - Koenzim-A (AMP + B₂-vitamin) acetil-csoportot szállít

ATP és származékai

- Az anyagcsere-folyamatban hidrolízisük során energia szabadul fel



NAD⁺ és NADP⁺, koenzim-A

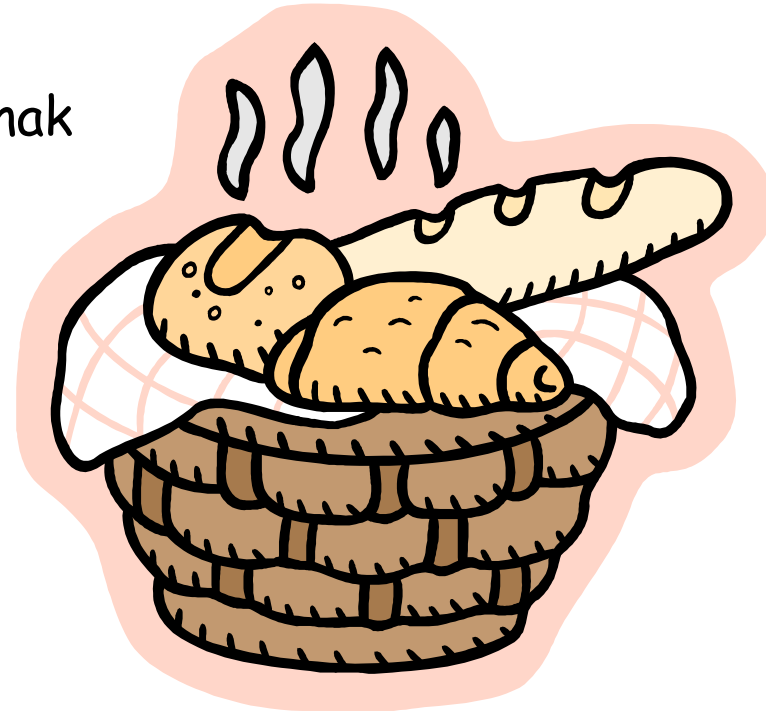


Nukleinsavak

- Nukleotidegységekből felépülő polinukleotidok
- DNS (dezoxiribonukleinsav)
 - Felépítés
 - Foszforsav
 - Dezoxiribóz
 - Adenin, guanin, **timin**, citozin
 - Funkció
 - A genetikai információ tárolása és továbbadása
- RNS (ribonukleinsav)
 - Felépítés
 - Foszforsav
 - Ribóz
 - Adenin, guanin, citozin, **uracil**
 - Funkció
 - mRNS: információt szállít
 - tRNS: aminosavakat szállít
 - rRNS: riboszóma alkotója (a fehérjeszintézis helye)
 - Vírus RNS (genetikai információ tárolása és átadása)

Élelmiszeripari alapismeretek

Mezőgazdasági és élelmiszeripari gépészmérnök
(MÉGM BSc.)
szakos hallgatóknak



- Élelmiszerek összetevői
 - Vitaminok
 - Színezékek
 - Mérgek

Tananyag

1. Honnan ered a vitamin elnevezés?
2. Mit nevezünk vitaminoknak?
3. Hogyan csoportosíthatók a vitaminok?
4. Melyek a legfontosabb zsírban, ill. vízben oldódó vitaminok?
5. Mi a vitaminok biológiai funkciója?
6. Milyen következményekkel járhat a vitaminhiány?
7. Okozhat-e gondot a túl sok vitamin bevitele a szervezetbe?
8. Milyen kapcsolat lehet a vitaminok és a fehérjék (enzimek) között?

Vitaminok fogalma

- A vitaminok olyan
 - Szerves vegyületek,
- Amelyeket
 - az emberi szervezet nem tud elegendő mennyiségben előállítani,
 - energiát nem szolgáltatnak,
 - kis mennyiségben van rájuk szükség a zavartalan anyagcsere lefolyásához

Vitaminok elnevezése

- Az ABC betűivel (és számindexszel) való jelölés
 - A_1 -, B_2 -, D_3 -, stb. vitaminok
- Biológiai hatáson alapuló elnevezés
 - Aszkorbinsav (skorbut elleni szer)
- Kémiai szerkezet alapján történő elnevezés
 - Niacin, niacin-amid

Természetes színezékek

- Színes szerves - a növényi és állati szervezetek által szintetizált - vegyületek, amelyek a növényi és állati eredetű élelmiszerek színét adják.
 - Karotinoidok
 - Főleg magasabb rendű növényekben (képződés!), állatokban
 - Kinonok
 - Elsősorban növényekben
 - Flavonoidok
 - Elsősorban magasabb rendű növényekben
 - Pirrol színezékek
 - Magasabb és alacsonyabb rendű növényekben, valamint állatokban
 - Egyéb természetes színezékek

Természetes színezékek legfontosabb tulajdonságai

- Karotinoidok
 - Sárga, narancssárga, vörös, ibolya
 - Oxidációra érzékenyek (színtelen vegyület!)
- Kinonok
 - Színtelen, sárga, narancssárga, barnászvörös, vörösbarna
 - Enzimes barnulás (színtelen polifenolokból oxidációval)
- Flavonoidok
 - Színtelen, sárga, narancssárga, vörös, ibolya, kék
 - Flavonváz
 - Fémionokkal komplex vegyület (élénk színű)
- Pirrolszínezékek
 - Sárga, vörös, zöld, kék
 - Oxidációra érzékenyek

Tananyag

1. Mit nevezünk méregnek?
2. Milyen vegyületek lehetnek mérgezőek?
3. Miben nyilvánulhat meg a mérgező hatás?
4. Ön szerint milyen eredetű mérgező anyagok fordulhatnak elő az élelmiszerekben?
5. Mit jelent az akkumuláció?
6. Milyen szervetlen mérgező vegyületeket ismer?
7. Milyen szerves mérgező vegyületeket ismer?
8. Lehetnek-e mérgező hatásúak az esszenciális elemek és vegyületek?
9. Lehet-e halálos méreg a konyhasó?

Milyen mérgező anyagok fordulhatnak elő az élelmiszerekben?

- A feldolgozott nyersanyag természetes alkotórésze
 - Káros mikroorganizmusok toxinjai
 - Vegyszermaradvány
 - Környezetből eredő szennyeződések

Minden olyan anyag **méreg**, amely már **kis mennyiségben is** káros az emberi szervezetre:

átmenetileg, vagy tartósan **egészségkárosodást**, súlyos esetben **halált** okoz!

Hogyan hatnak a mérgek?

- ❑ A mérgező hatás megszűnik, ha kiürül a szervezetből
- ❑ Irreverzibilis változást idéz elő, hatásuk ezért nem szűnik meg a méreg távozásával
- ❑ Akkumulálódik és a küszöbkonzentráció elérésekor fejti ki hatását

**Ha a méreganyag bekerül az élelmiszerbe,
akkor azt szinte lehetetlen eltávolítani!**

Természetes eredetű mérgek

Alkaloidok

Aminosav - származékok

Glikozidok

Antinutritív anyagok

Alkaloidok

(erős élettani hatással rendelkező, N-tartalmú bázikus anyagok)

- **Muszkarin** (gombákban)
 - **Idegméreg**
 - Kolin-acetil kolin átalakulás zavarása
- **Ricinin** (ricinusban)
 - **A ricin (fehérje) együtt fejti ki mérgező hatását**
 - Hányás, hasmenés
- **Lupinin** (csillagfürt fajokban)
 - **Kis mennyiségben stimulálja a simaizmokat**
 - Nagy mennyiségben bénulást okoz

Mérgező aminosav-származékok

- **Fallotoxin** (gyilkos galócában)
 - Gyors hatású erős mérég
 - Ciklopeptid
 - Nem hőérzékeny
- **Amatoxin** (gyilkos galócában)
 - Lassabb hatású, igen erős mérég
 - Ciklopeptid
 - Nem hőérzékeny
- **Lektinek** (hüvelyesekben, gabonafélékben)
 - Kicsapják (agglutinálják a vörös vértesteket)
 - Glikoproteinek
 - Hőérzékenyek

Mérgező glikozidok

(szénhidrát-származékok)

- **Cianid-tartalmú glikozidok**
 - Savas hidrolíziskor (gyomorban) HCN keletkezik → légzőenzim blokkolása → fulladás
 - Amigdalín (keserű mandula)
 - Fazeolunatin (limabab, len)
- **Szteránvázas glikozidok**
 - Kaparó íz → gyomor- és végtagfájdalom → keringési- és légzési zavarok → görcsök → bénulás → halál
 - Szolanin (burgonyagumó)
 - A vörös vérsejtek feloldása
 - Szaponin (szója, konkoly, vadgesztenye, édesgyökér!!!)
- **Mustárolaj glikozidok**
 - A tiroxin (pajzsmirigyhormon) termelődésének gátlása
 - Goitrogén anyagok (mustármag, torma, vöröshagyma, egyes káposzta- és répafélék)

Antinutritív anyagok

- Önmagukban nem mérgek, de az emésztést és a felszívódást nehezítik
- Növényi eredetű élelmiszerekben található
- Rendszeres fogyasztásuk egészségkárosodáshoz vezet (egyéni érzékenységtől függően)

Antinutritív anyagok csoportosítása

Hőérzékenyek	Hőrezisztensek
Tripszininhibítorok	Fitinsav
Kimotripszininhibítorok	Flatulenciafaktorok
Lektinek	Favizmusfaktorok
Goitrogén anyagok	Cseranyagok
Antivitaminok	Fitoösztrogén anyagok
Ureáz	Szaponinok

Hőrezisztens antinutritív anyagok

- Fitinsav

- **Növényekben előforduló P-tartalmú vegyület**
- **Egyes esszenciális mikroelemek felszívódását megakadályozza (komplex vegyületként)**
- Gabonamagvak, szója
- Csak enzimikus előkezeléssel bontható

- Flatulencia faktorok

- **Növényekben előforduló galaktóz-tartalmú oligoszacharidok**
- **Puffasztó hatásúak (bélbaktériumok → gázképződés)**
- Hüvelyesek magjában

Hőrezisztens antinutritív anyagok

- Favizmus-faktorok

- Növényekben előforduló vegyületek
- A vörösvértesteket irreverzibilisen károsítják (ha nincs elegendő glükóz-6-foszfát-dehidrogenáz enzim)
- Lóbabban
- Enzimes bontás

- Cseranyagok

- Növényekben előforduló, összehúzó hatású vegyületek (tanninok, flavonoidok)
- Fehérjével lépnek reakcióba, gátolják az emészthetőségüket (enzim- és szubsztrát-fehérjével is)
- Hüvelyesek, gabonafélék magvaiban

Hőrezisztens antinutritív anyagok

- Fitoösztrogének

- Növényekben kis mennyiségben előforduló vegyületek
- A szexuál-hormonális egyensúlyt befolyásolhatják
- Hüvelyesekben, gabonafélékben, szójában

- Szaponinok

- Növényekben előforduló, védelmi funkciót betöltő felületaktív anyagok
- Vérbe kerülve a vörösvérsejteket feloldják, az emésztőrendszerben a koleszterinnel oldhatatlan csapadékot képeznek (nem mérgező)
- Szójában (nyersen nem fogyasztható!), konkolyban, vadgesztenyében,

Mikroorganizmusok által termelt mérgek

- Eredet szerint
 - Baktériumok által termelt mérgek
 - Gombák (penészek) által termelt mérgek
- Az élelmiszerbe jutás módja szerint
 - Exotoxinok
 - A mikroorganizmusok anyagcsere-termékei, a sejteken kívülre termelődnek folyamatosan
 - Endotoxinok
 - Csak a sejt elhalása és szétesése után kerülnek ki a környezetbe (az élelmiszerbe)

Baktériumok által termelt mérgek

- Clostridium botulinum (ételmérgezés)
 - Anaerob környezet (ellenálló spórák)
 - Exotoxin (hőérzékeny fehérje)
 - Érzékszervi elváltozást nem feltétlenül okoz
 - Talajból
- Staphylococcus aureus (ételmérgezés)
 - Aerob meleg környezet (nyáron szénhidrát tartalmú élelmiszerek)
 - Exotoxin (hőrezisztens)
 - Érzékszervi elváltozást nem mindig okoz
 - Emberről (személyi higiénia)
- Salmonellák (ételfertőzés)
 - A baktérium a bélben szaporodik el
 - Endotoxin
 - Érzékszervi elváltozást nem mindig okoz
 - Nyers tojásról, emberről (személyi higiénia)

Gombák (penészek) által termelt mérgek

- Aflatoxinok
 - Aspergillusok, Penicilliumok
 - Rákkeltőek
- Ochratoxinok
 - Aspergillusok, Penicilliumok
 - Nem rákkeltőek, a veseműködést zavarják
- Patulin
 - Aspergillusok, Penicilliumok
 - Rákkeltő, mutagén
- Fusarium-toxinok
 - Fusarium nemzetség
 - A szervezetben akkumulálódnak
- Meleg, nagy páratartalom (trópások)
- Földimogyoró, rizs, kukorica, szója
- Meleg, nagy páratartalom (trópások)
- Földimogyoró, rizs, kukorica, szója
- Alacsony hőmérsékleten is (nagy páratartalom)
- Növényi és állati eredetű élelmiszerekben egyaránt
- Alacsony hőmérsékleten is (nagy páratartalom)
- Gabonafélék

Peszticidek és egyéb mérgek

- Pesticidek

- Inszekticidek (rovarölőszerek)
- Fungicidek (gombaölőszerek)
- Herbicidek (gyomirtószerek)
- Állatgyógyászati maradékok (pl. antibiotikumok)

- Egyéb mérgek

- Fémszennyeződés (nehézfémek)
- Műanyagokból származó mérgek (bomlástermékek)
- Radioaktív szennyeződés