

# Szénhidrátok

The background of the slide is a solid light beige color. In the lower right quadrant, there are several decorative, wavy, light grey lines that flow from the bottom left towards the top right, creating a sense of movement and depth.

**Polihidroxi-aldehidek vagy -ketonok, vagy ezek származékai.**

**Általános képletük:  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  ahol  $n \geq 3$**

**Monoszacharid:** polihidroxi-keton vagy -aldehid

**Oligoszacharid:** 2–10 monoszacharid glikozid-kötéssel

**Poliszacharid:** nagyszámú cukoregység, egyenes vagy elágazó lánc.

## **Biológiai jelentőségük:**

- **sejtek üzemanyagai,**
- **tartalék energiahordozók (keményítő, glikogén),**
- **támasztó- és vázanyagok (cellulóz),**
- **nukleotidok, alkaloidok, mukopoliszacharidok alkotórészei,**
- **elemei a sejtek közötti felismerésnek.**

# Monoszacharidok

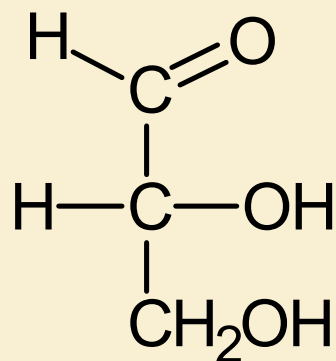
Aldózok vagy ketózok  $\longrightarrow$



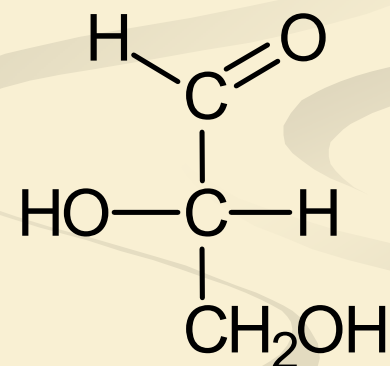
glicerinaldehyd (aldotrióz)

dihidroxi-aceton  
(ketotrióz)

## A cukrok sztereoizomériája

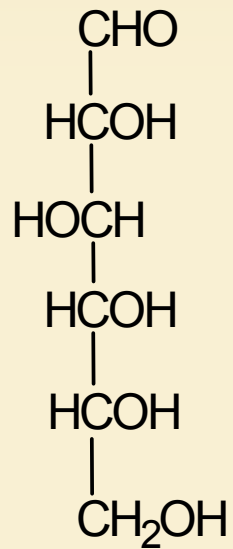


D-(+)-glicerinaldehyd

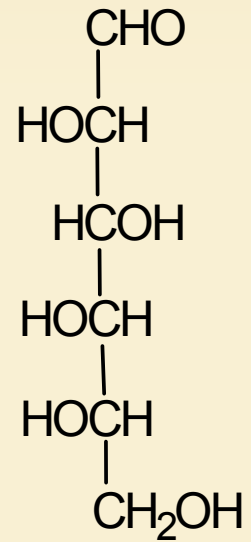


L-(-)-glicerinaldehyd

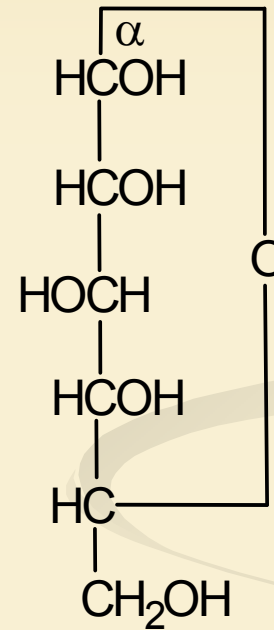
## D-glükóz



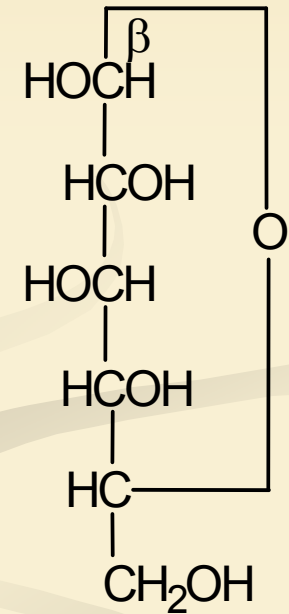
## L-glükóz



## $\alpha$ -D-glükóz

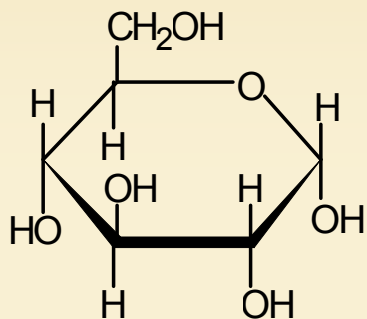


## $\beta$ -D-glükóz

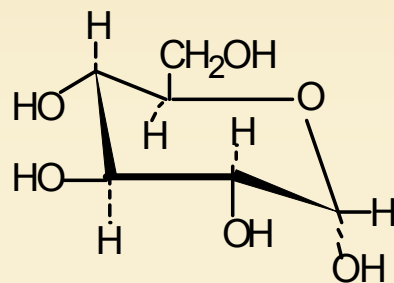


# A D-glükóz különböző módon írt képletei

## A szék illetve a kádforma

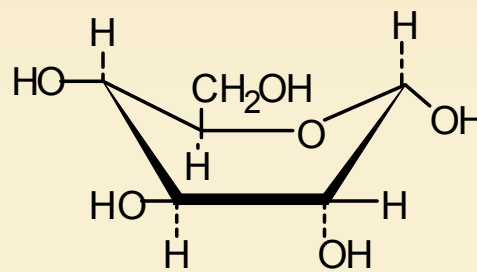


$\alpha$ -D-glükopiranoz

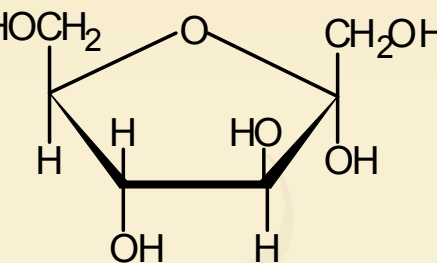


székforma

az  $\alpha$ -D-glükóz szék- és kádformája

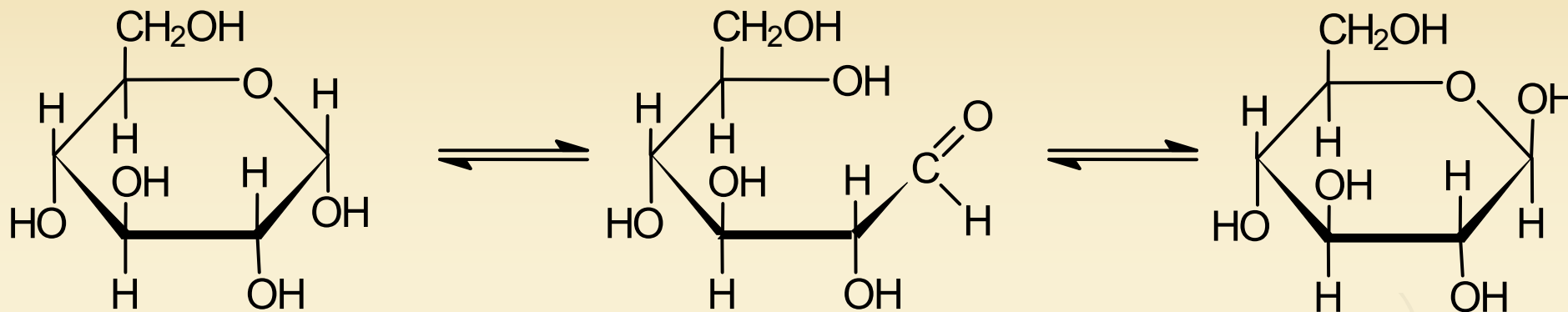


kádforma



$\alpha$ -D-fruktofuranóz

# Anoméria a D-glükóz esetében

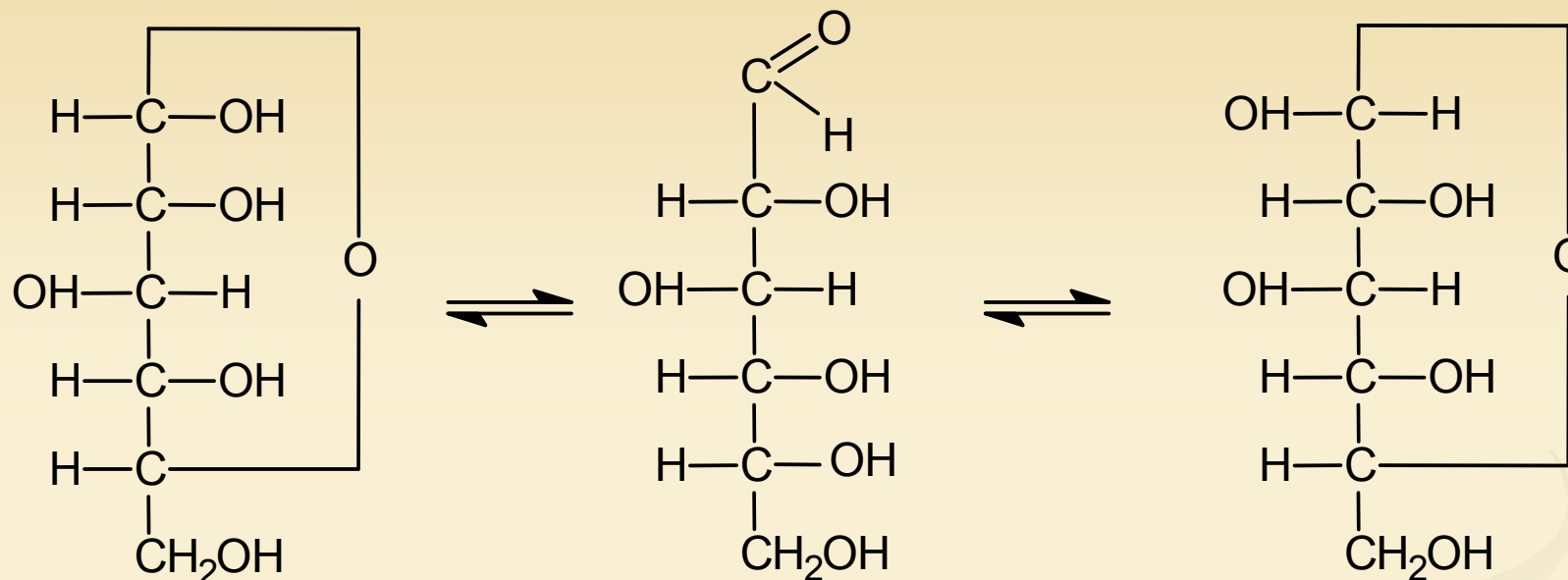


**$\alpha$ -D-glükóz**  
 $[\alpha]_D^{20} = +112,2^\circ$

**$\alpha$ -D-glükóz**  
**(aldehidalak)**

**$\beta$ -D-glükóz**  
 $[\alpha]_D^{20} = +18,7^\circ$

## Mutarotáció a D-glükóz esetében



**$\alpha$ -D-(+)-glükóz**

$[\alpha]_D^{20} = +112,2^\circ$

op.: 146 °C

**nyílt karbonil forma**

**$\beta$ -D-(+)-glükóz**

$[\alpha]_D^{20} = +18,7^\circ$

op.: 150 °C

**Egyensúlyban: 1/3 rész  $\alpha$ -D-glükóz**

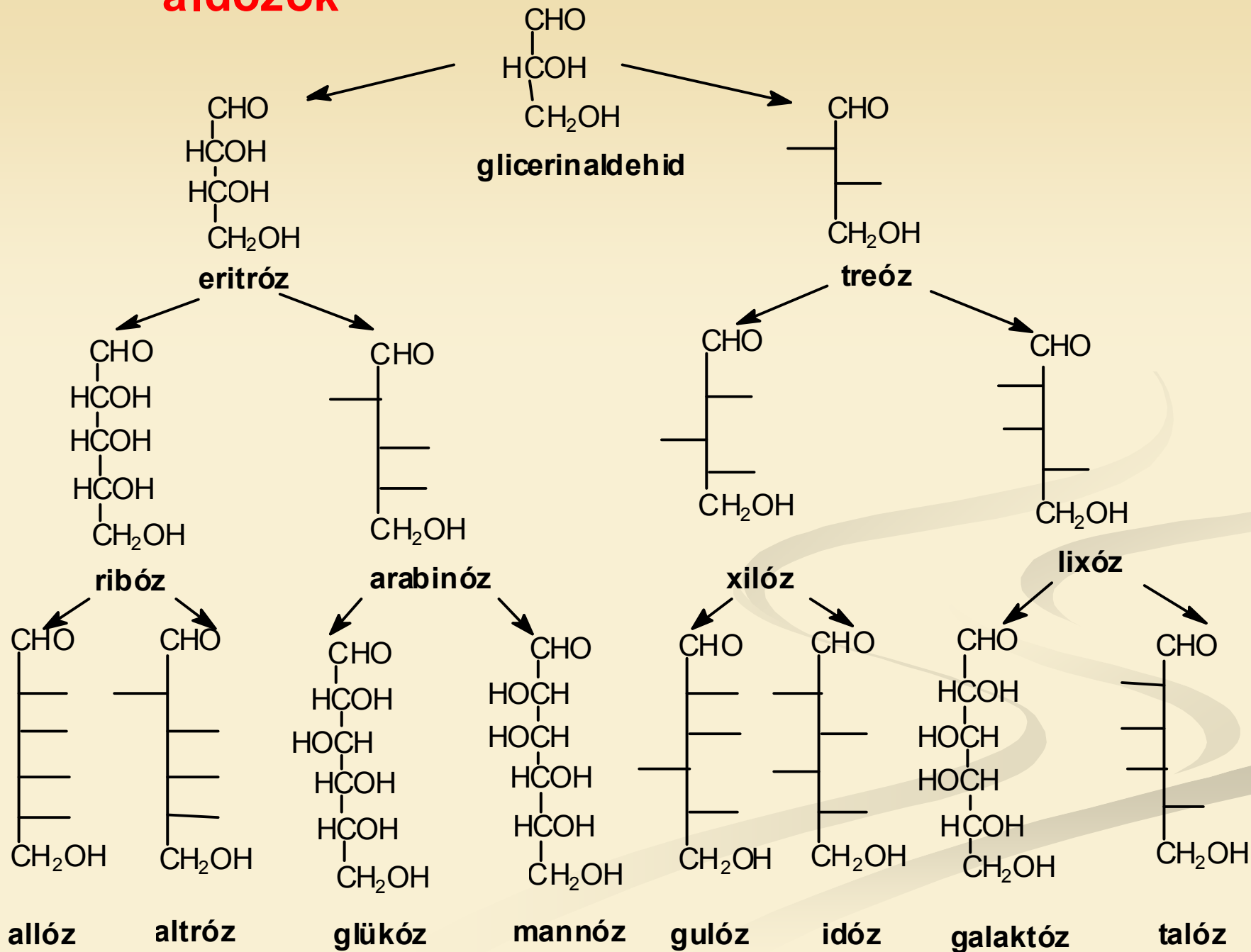
**2/3 rész  $\beta$ -D-glükóz**

**A karbonil szénatom is aszimmetriássá vált.**

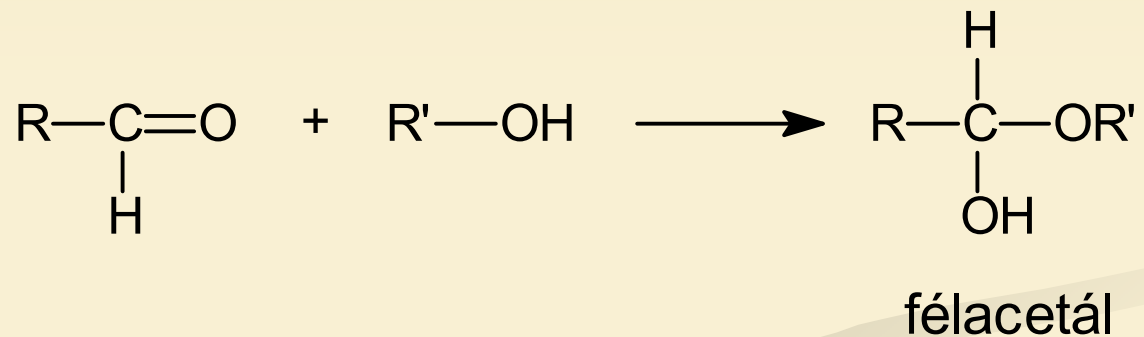
**Karbonilcsoport  $\longrightarrow$  glikozidos hidroxil.**



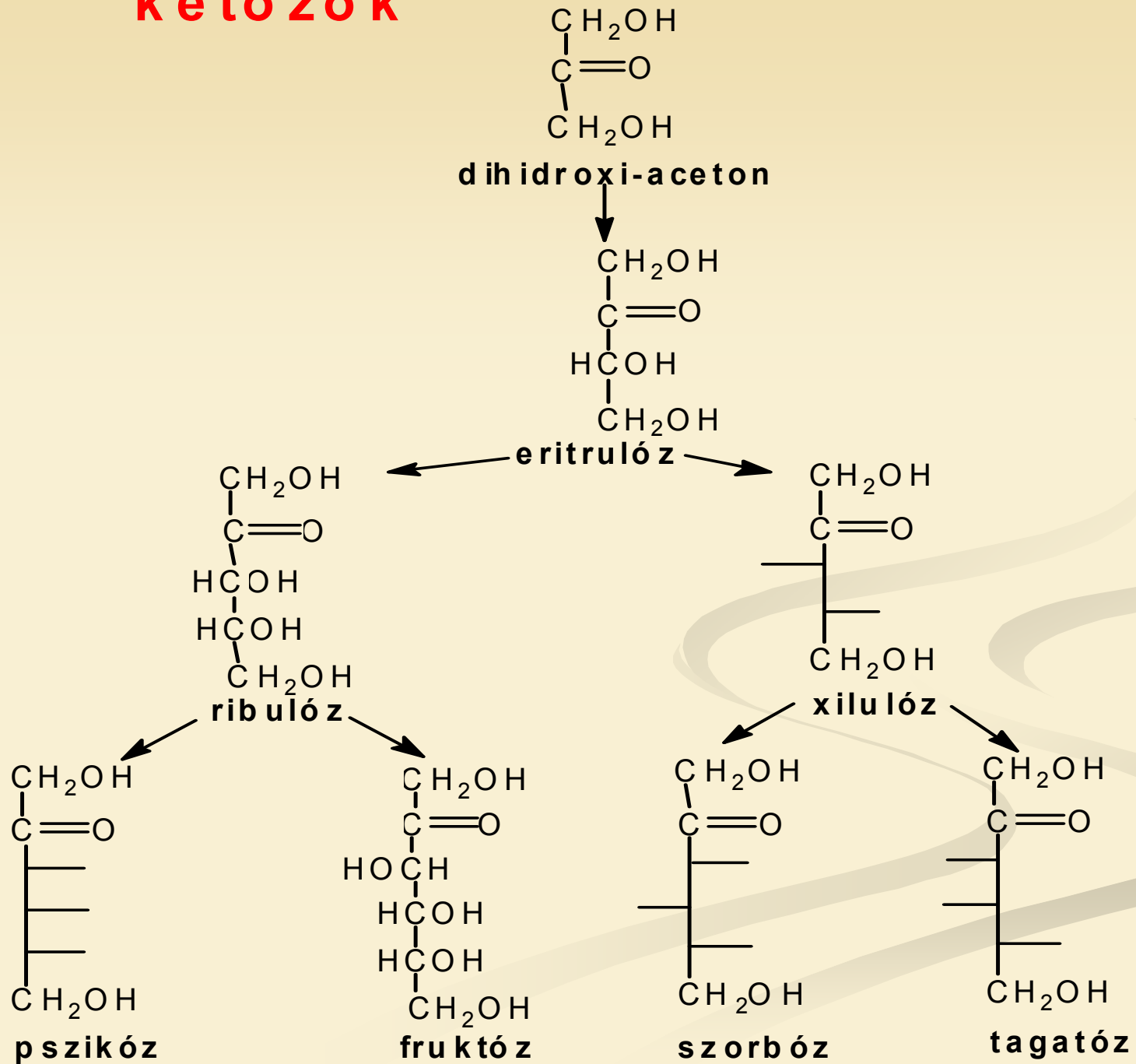
# aldózok



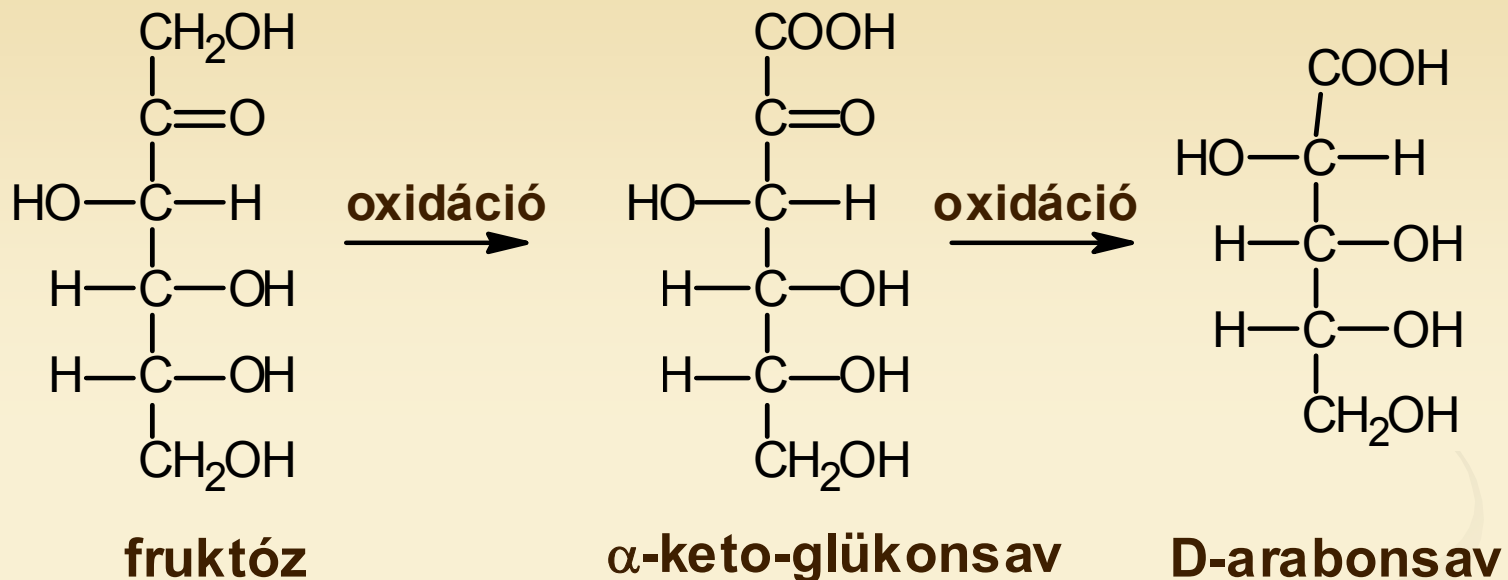
## Aldehid reakciója alkohollal aszimmetriás szénatom keletkezése közben



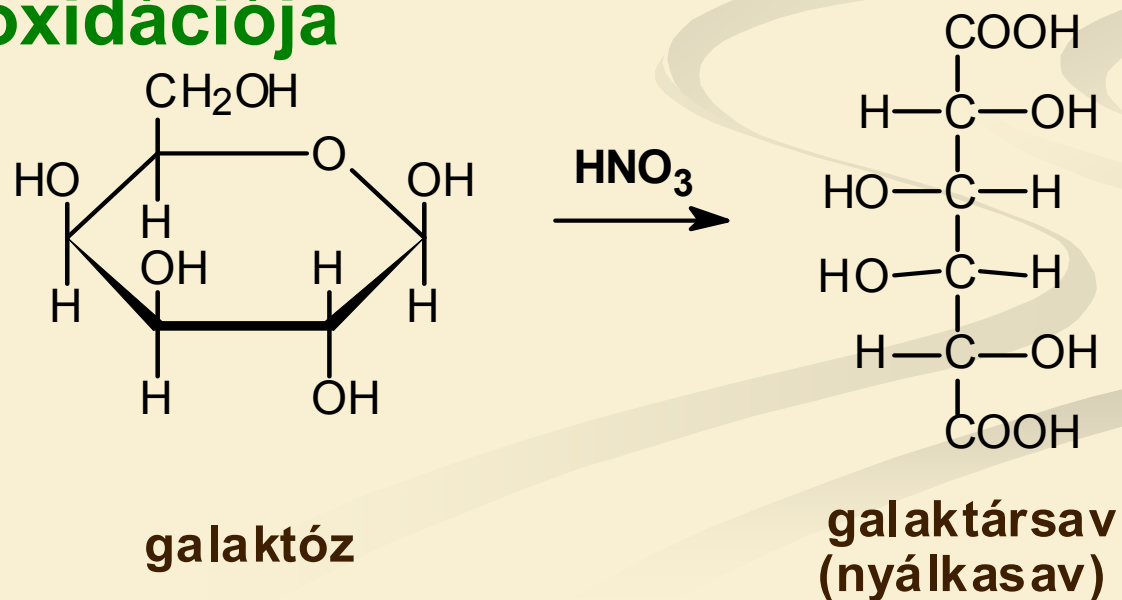
# ketózo k



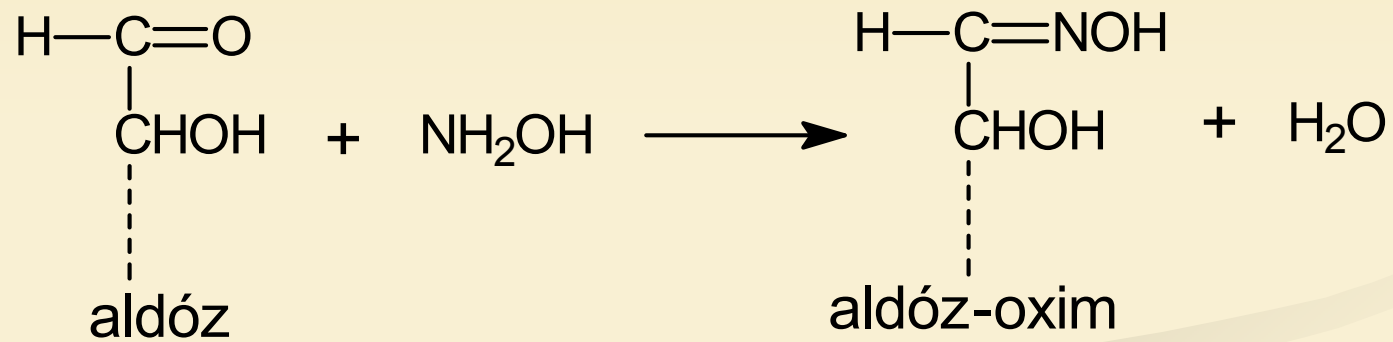
## Ketosavak oxidációja



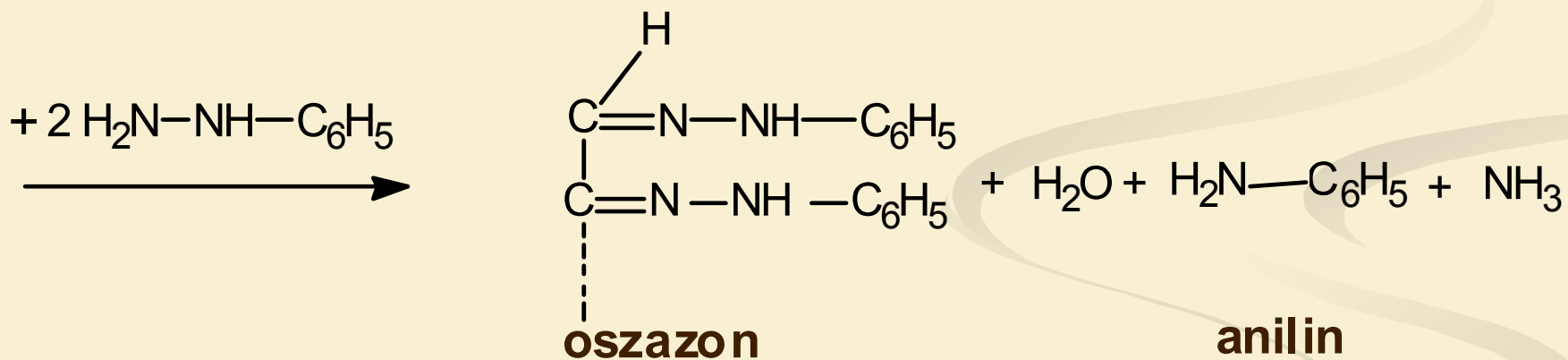
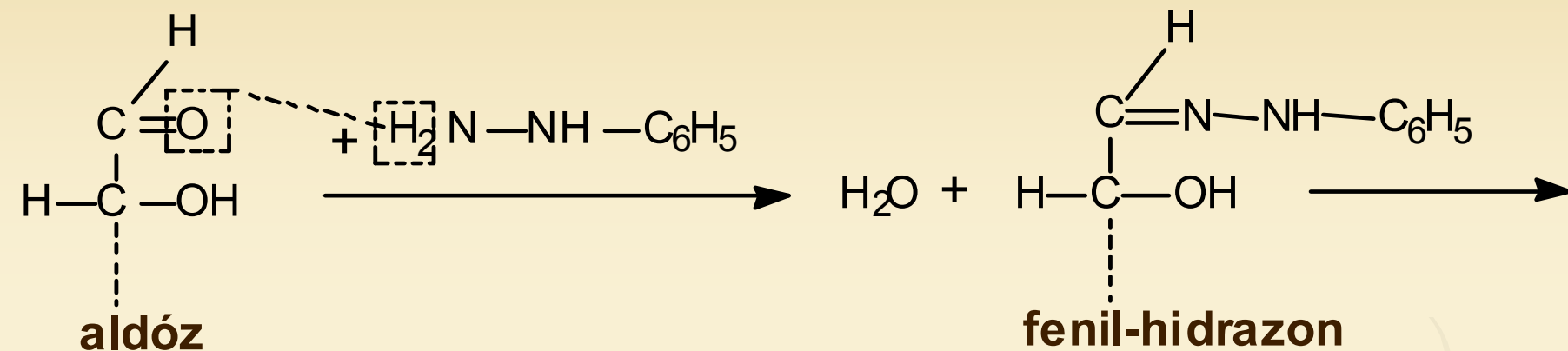
## A galaktóz oxidációja



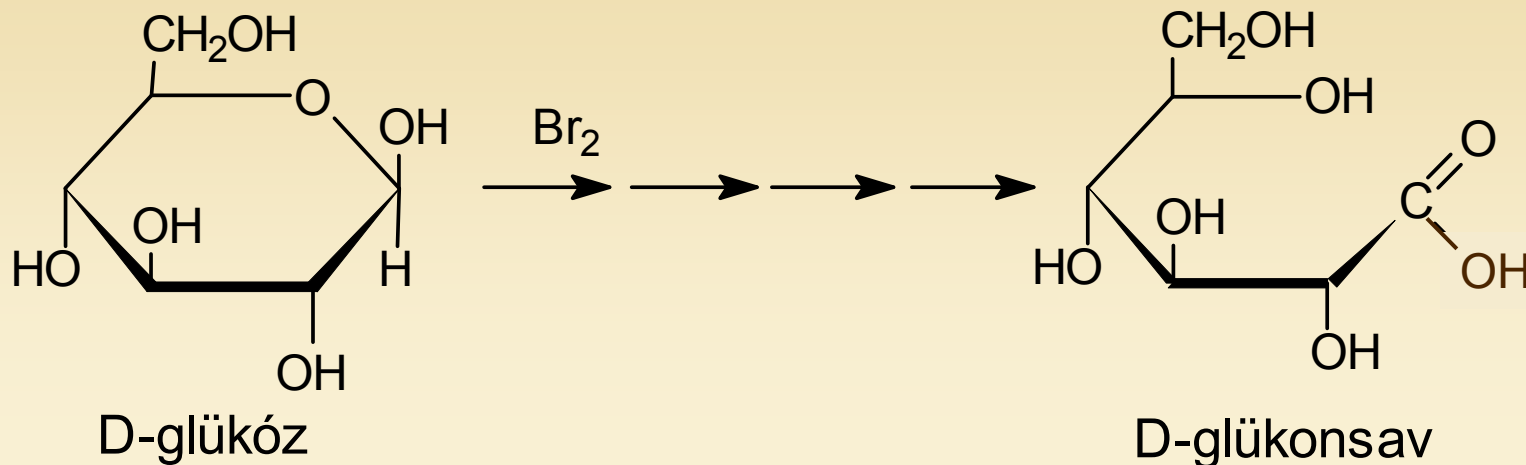
## Cukor-oximok képzése hidroxil-aminnal



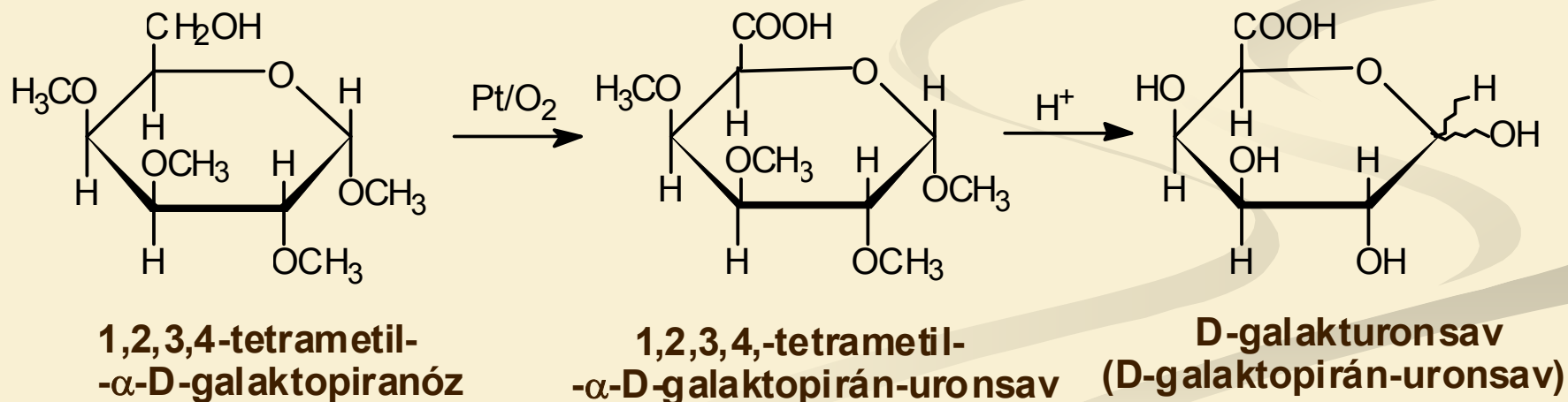
# Fenil-hidrazon és oszazonképzés fenil-hidrazinnal



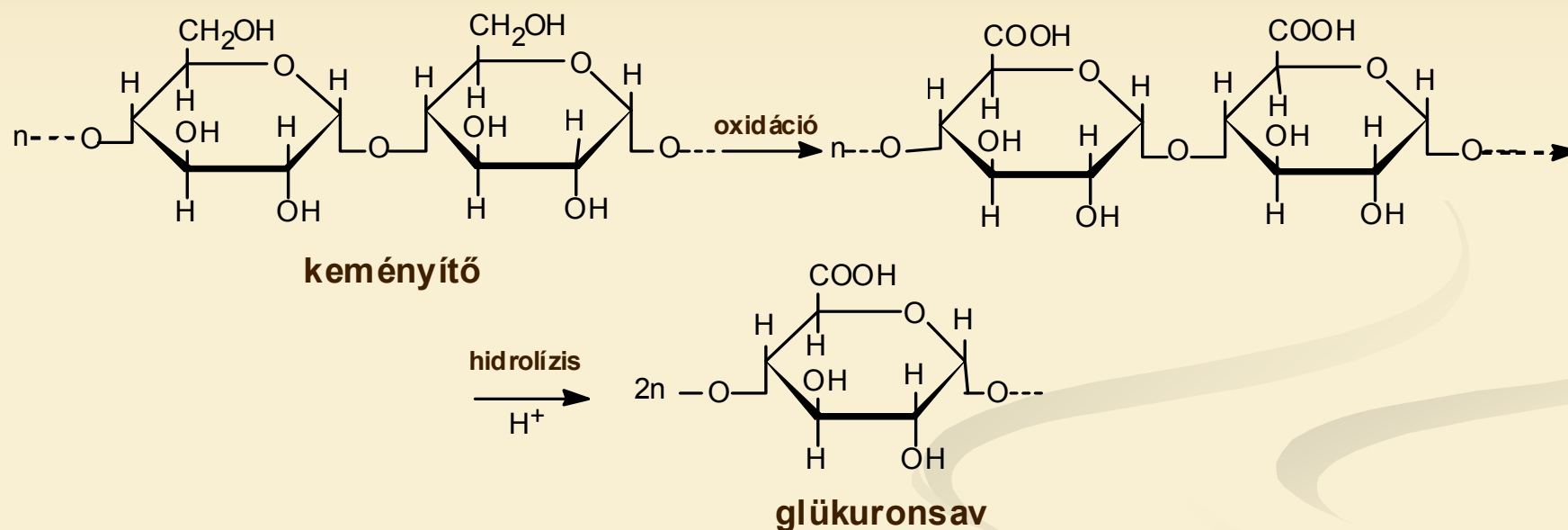
## A D-glükóz oxidációja



## A galakturonsav előállítása a tetrametil-származék oxidációjával

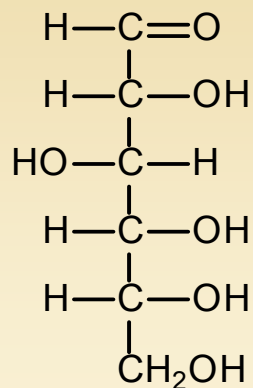


# A glükuronsav ipari előállítása a keményítő oxidációjával majd savas hidrolízisével

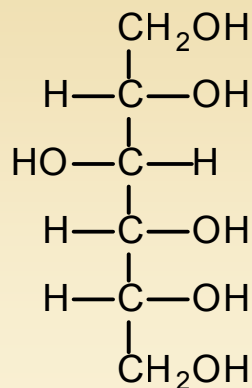
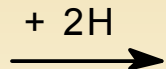




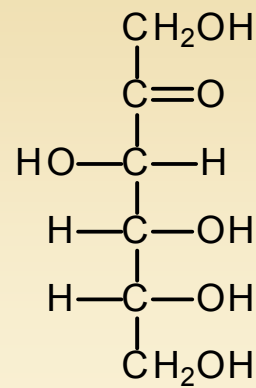
# A monoszacharidok redukciója



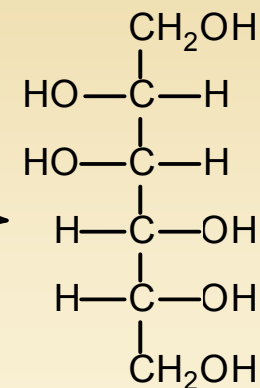
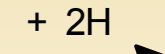
D-glükóz



D-szorbit

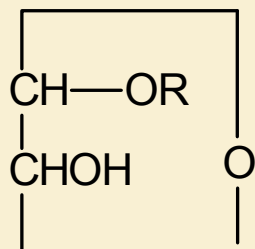


D-fruktóz

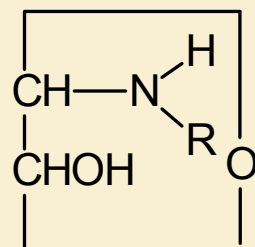


D-mannit

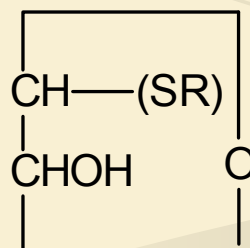
## Glikozidképzés alkohollal, fenollal, tioalkohollal, tiofenollal vagy aminnal



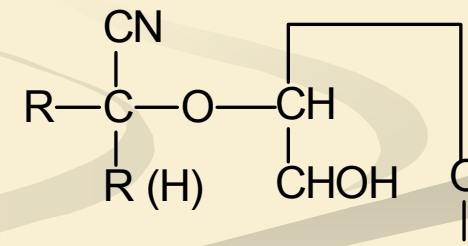
glikozid



N-glikozid

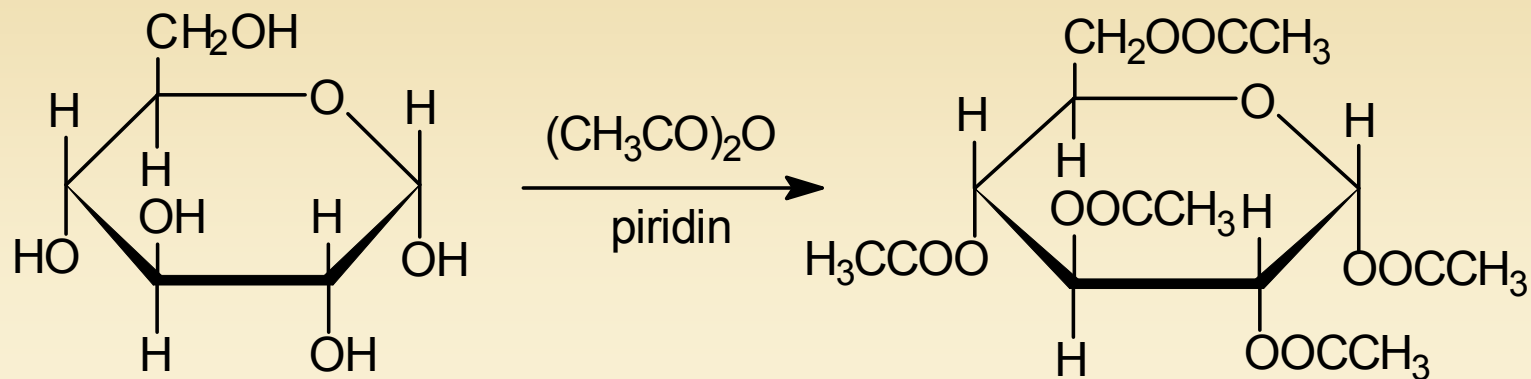


tioglikozid



cián-hidrogént fejlesztő glikozid

## Észterképzés ecetsavanhidriddel



**Aszimmetriás szénatom(ok)  $\longrightarrow$  sztereoizomerek**

**A sztereoizomerek száma:  $2^n$ .**

**$n$  = aszimmetriacentrumok száma**

## Racemizáció, epimerizáció

**Anoméria:** a vizes oldat forgatóképessége megváltozik  $\longrightarrow$  még egy aszimmetriacentrum alakul ki  $\longrightarrow$  pl. D-glükóznak  $\alpha$ - és  $\beta$ -izomerjei alakulnak ki.

**Mutarotáció:** mindkét anomer vizes oldatának forgatóképessége megváltozik.

**Monoszacharidok kémiai reakciói:**

hidroxil-aminnal  $\longrightarrow$  cukor-oximok

cukor-oximokból  $\longrightarrow$  glükaminok

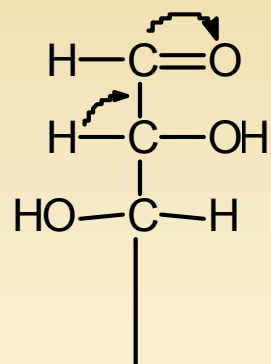
fenil-hidrazinnal  $\longrightarrow$  fenil-hidrazon, oszazon

cukrok oxidációja

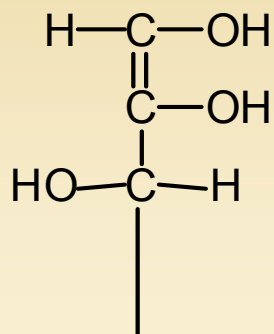
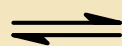
monoszacharidok redukciója

észterképzés, éterképzés

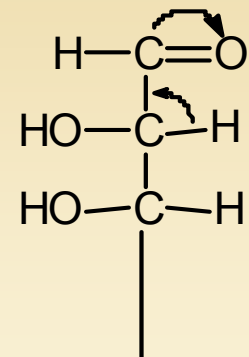
# Endiolképződés, izomerizáció



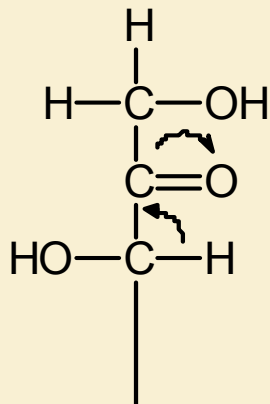
**D-glükóz**



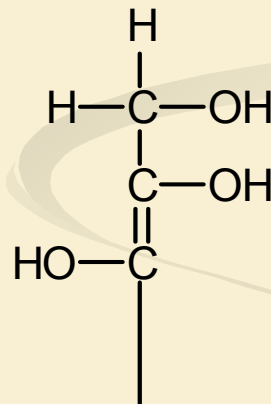
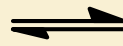
**1,2-endiol**



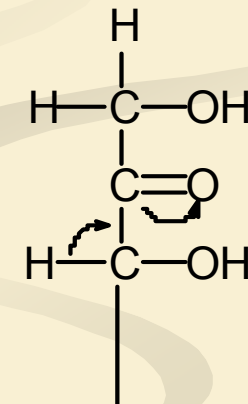
**D-mannóz**



**D-fruktóz**



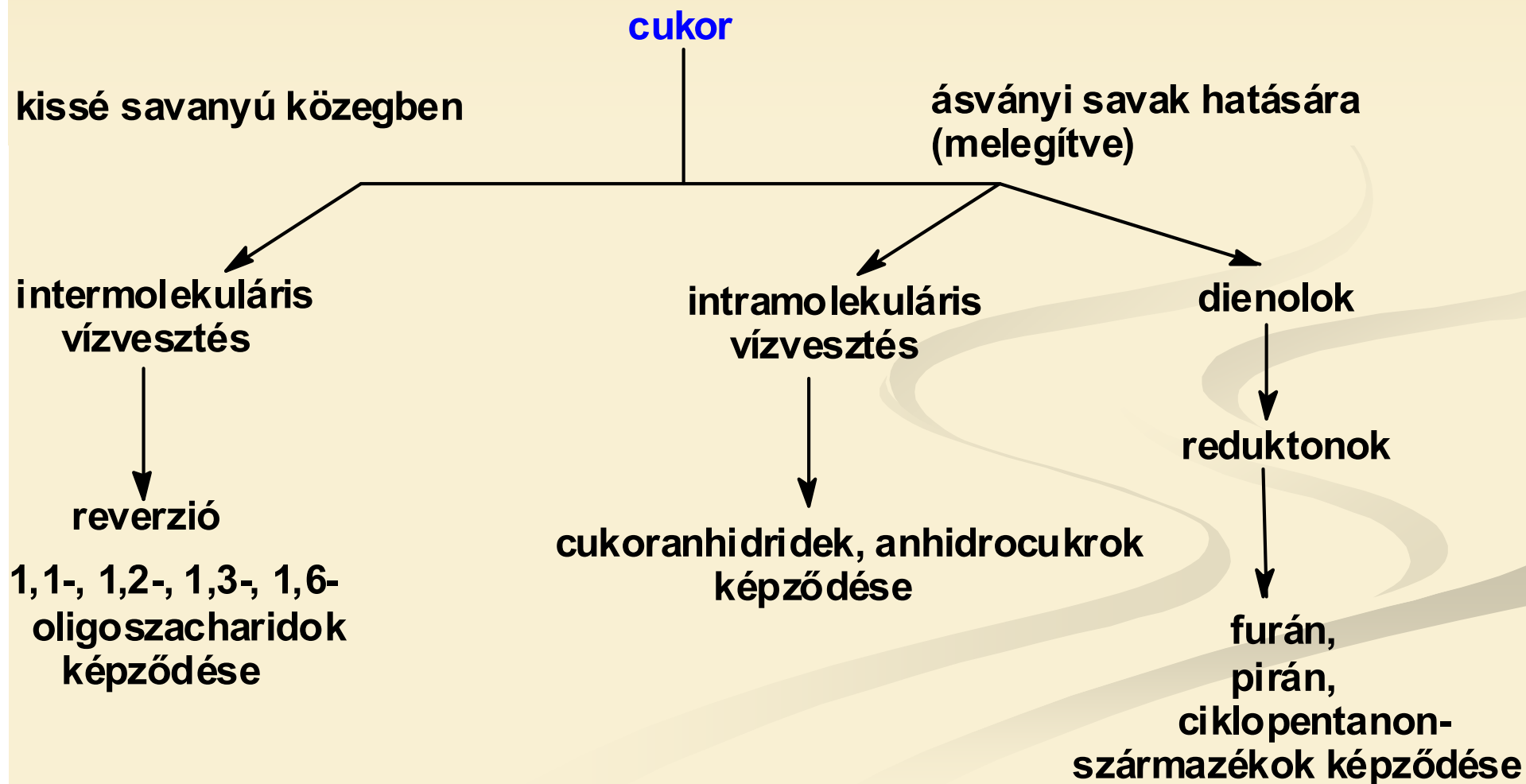
**2,3-endiol**



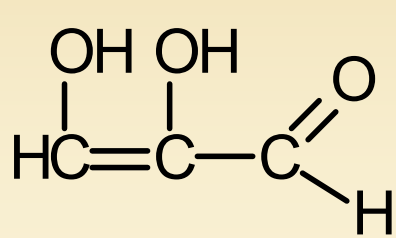
**D-pszikóz**

# A dienolszerkezeten keresztül cukorizomerek kialakulása

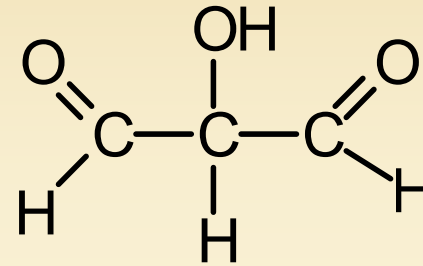
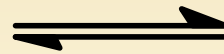
## A cukrok átalakulása savanyú közegben



## A trióz-redukton és az $\alpha$ -hidroxi-malonaldehid tautomer egyensúlya



trioz-redukton



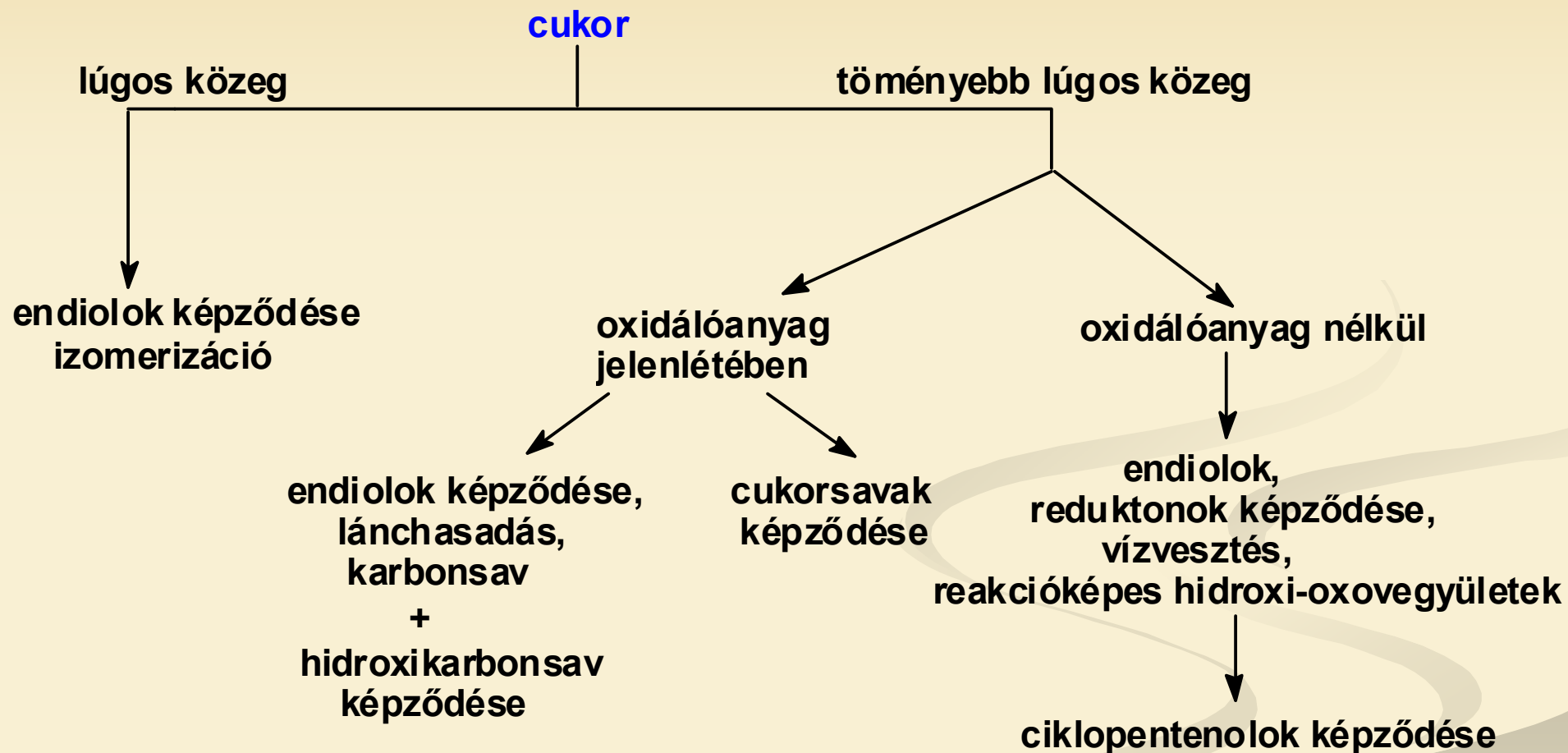
$\alpha$ -hidroxi-malonaldehid

**Diacetil-formozin: a karbonilcsoport szomszéd-ságában endiolcsoport  $\longrightarrow$  redukton.**

**Savanyú közegben hidegen is redukál  $\longrightarrow$  dehidroszärmazék, kiváló antioxidáns.**

**Legjelesebb képviselője: aszkorbinsav (C-vitamin).**

# A cukrok átalakulása lúgos közegben



## Cukoranhidridek és anhidrocukrok

gliokzidos hidroxilcsoporttal  $\longrightarrow$  belső glikozid vagy cukoranhidrid

alkoholos OH-csoportok között  $\longrightarrow$  anhidrocukrok, vagy belső észterek

**Reverzió:** monoszacharidok intermolekuláris vízvesztése:

főleg  $1 \rightarrow 6$  kötés ( $1 \rightarrow 3$ ,  $1 \rightarrow 2$ ,  $1 \rightarrow 1$  is előfordul)

## Endiolképződés, izomerizáció

A cukrok átalakulása savanyú közegben.

A cukrok változásai bázikus közegben.



## Karamellizáció

Kristályos cukor vagy vizes oldat  $\rightarrow$  130 (100) °C  $\rightarrow$   
inverzió,  
oxo-ciklo-tautoméria,  
aldóz-ketóz-izomerizáció,  
intramolekuláris vízvesztés,  
endiolok dehidratációja,  
reduktonok képződése,  
heteromolekulák, barna színű pigmentek,  
polimerek,  
furánszármazékok, diacetil-formozin.

**Karamell:** nagy redukciótartalom, erős redukáló hatás, jó színező hatás (glükóz +  $\text{NH}_3$  +  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $\rightarrow$  hevítés  $\rightarrow$  barna szín 1500-szoros hígításban.)

## Maillard reakció vagy nem enzimes barnulás

redukáló szénhidrát + szabad  $\text{-NH}_2 \longrightarrow$  aroma, barna  
színanyag, melanoidinek

Az Amadori-vegyületben lévő As nem hasznosítható  
 $\alpha$ -dikarbonil-származékok + As  $\longrightarrow$  Strecker lebontás  
 $\longrightarrow$  aldehidek, aminoketonok  $\longrightarrow$  pirazin-, pirrol-  
származékok.

A reakciónak kedvez:

- karbonil:aminovegyület 3:1 aránya,
- 3 alatti vagy 5 fölötti pH,
- a hőmérséklet emelése.

## A nem enzimes barnulás:

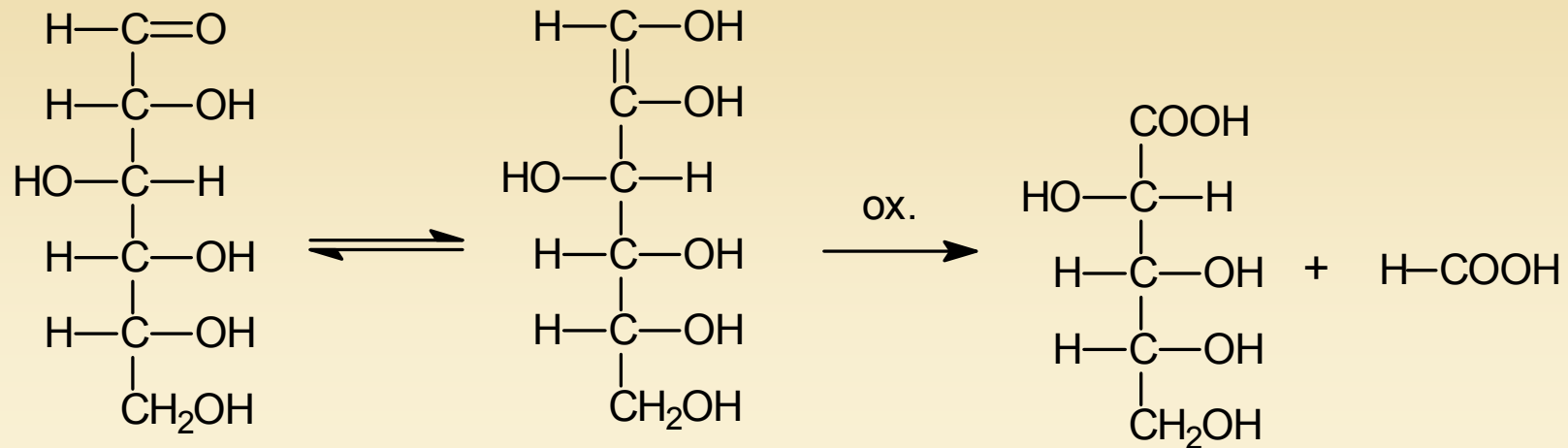
### Előnyei:

kávépörkölés, kenyérsütés,  
redukáló hatású (antioxidáns) reakciótermékek,  
glükóz + His  $\longrightarrow$  lipidek oxidációját gátolja,  
nagy móltömegű termékek: gátolják a patogén  
mikroorganizmusok szaporodását.

### Hátrányai:

hátrányos szín és aromaváltozás (szárított, pirított  
élelmiszerek tárolása),  
fehérjeveszteség,  
hasznosítható aminosav-tartalom csökken  
(elsősorban Lys).

## A glükóz oxidációja bázikus közegben

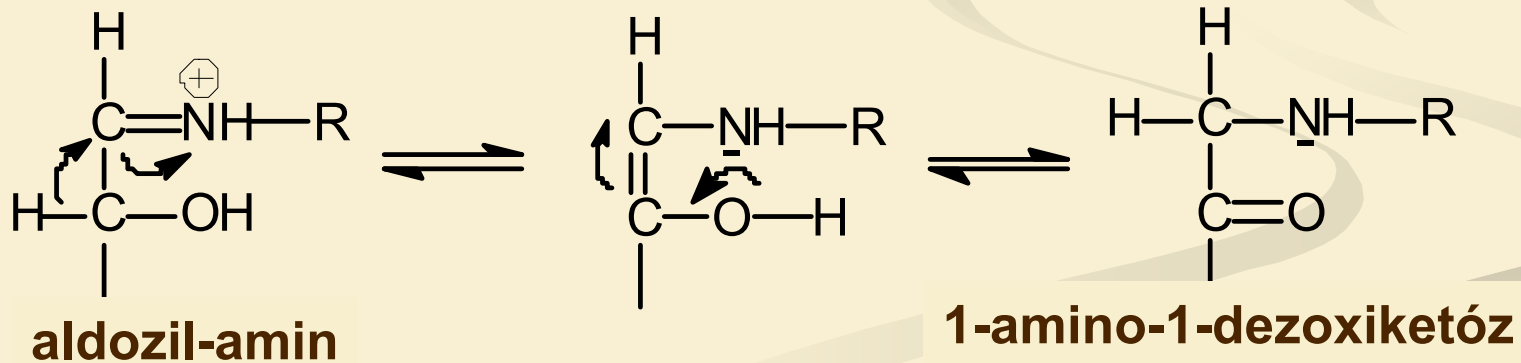


**D-glükóz**

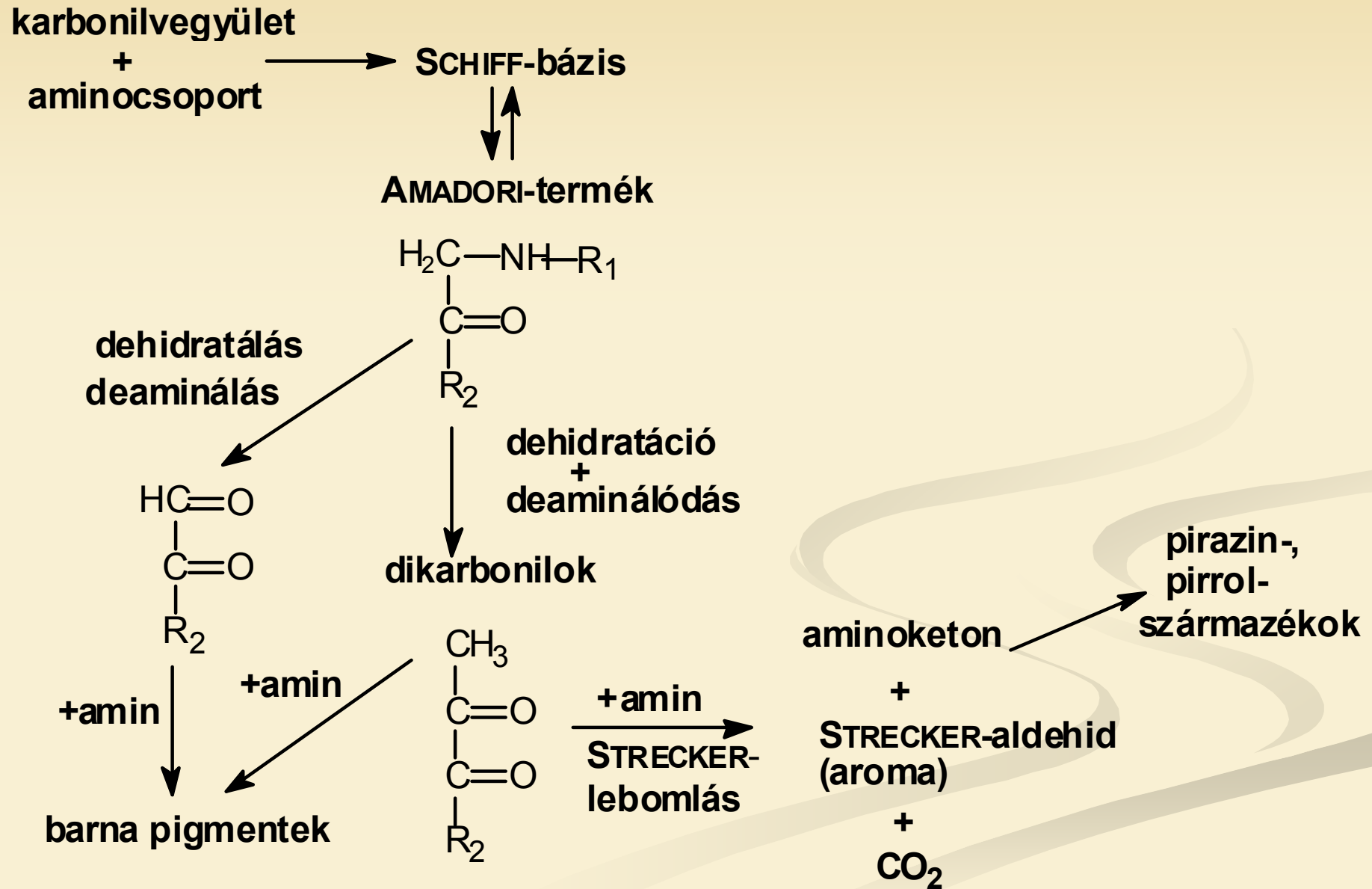
**1,2-endiol**

**D-arabinonsav**

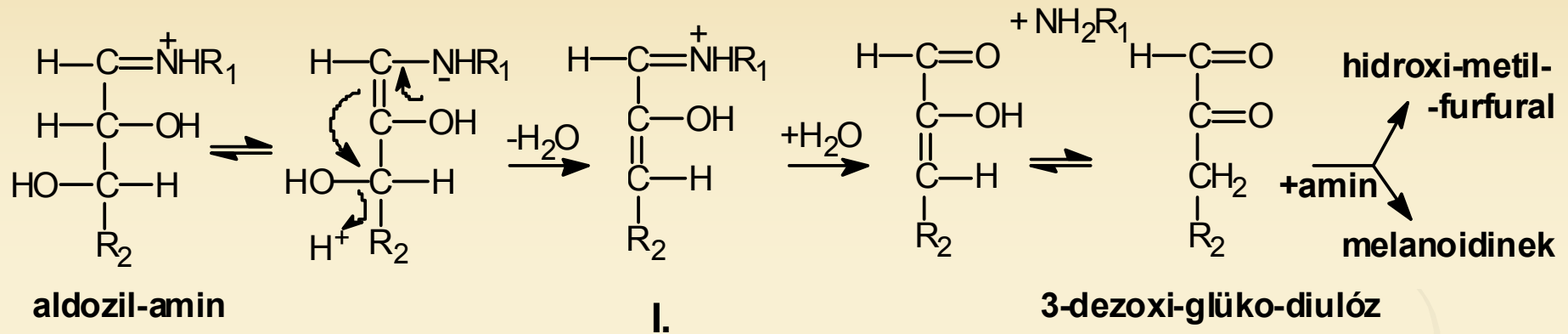
## Amadori-átrendeződés



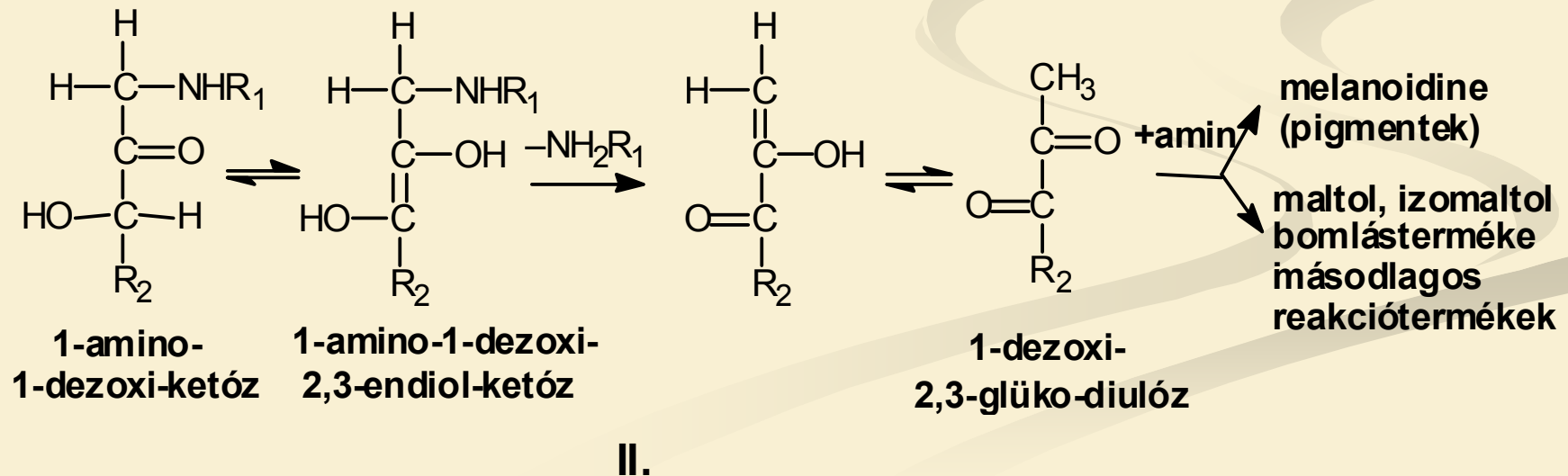
# A Maillard-reakció vázlatos összefoglalása



## A Maillard-reakció 1. reakciósora



## A Maillard-reakció 2. reakciósora





## Legfontosabb monoszacharidok

**Triózok:**  $C_3H_6O_3$

glicerinaldehid (aldotrióz),  
dihidroxi-aceton (ketotrióz).

**Tetrózok:**  $C_4H_8O_4$

D-eritróz (eritróz-4-foszfát),  
D-treóz.

**Pentózok:**  $C_5H_{10}O_5$

D-xilóz (facukor) xilán (hemicellulóz) alkotórésze.

L-arabinóz

Előállítás: cseresznyemézgából.

Pektin, hemicellulóz, glikozidok, gumifélék  
alkotórésze.

D-ribóz: nukleotidok, nukleozidok komponense.



## **Hexózok: $C_6H_{12}O_6$**

### **Glükóz (szőlőcukor, dextróz)**

**Keményítő, glikogén, cellulóz, szacharóz, maltóz, tejcukor építőkövei.**

**Előállítás: keményítő (cellulóz) hidrolízisével.**

**Erjedési folyamatok alapanyaga.**

### **D-mannóz**

**A mannánok építőköve.**

**Előfordulás: tűlevelű fák, csonthéjas magvak, szentjánoskenyér.**

## **D-galaktóz**

**Galaktánokban, laktózban, rafinózban.**

**L-galaktóz a karragénben.**

## **D-frukóz (gyümölcscukor, levulóz)**

**Fruktozánok (inulin) építőköve.**

**Fészkesvirágúak tartalék szénhidrátja.**

**Előfordulás: méz, szacharóz, rafinóz,  
csicsóka.**

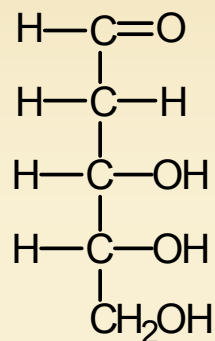
**7–9 szénatomos cukrok: kis jelentőségűek.**

## Monoszacharidszármazékok:

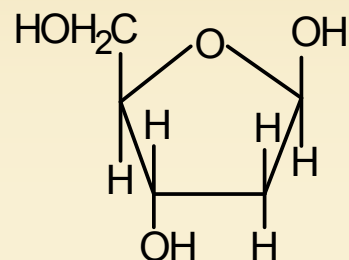
- **dezoxicukrok,**
  - **aminocukrok,**
  - **cukoralkoholok,**
  - **cukoréterek,**
  - **cukorészterek,**
  - **savszármazékok,**
  - **glikozidok.**
- 
- The background of the slide features several light-colored, wavy, horizontal lines that create a sense of movement and depth, extending from the right side towards the center.

## Dezoxicukrok

Alkoholos –OH helyett –H (bisz: 2–H) (digitális glikozidokban).



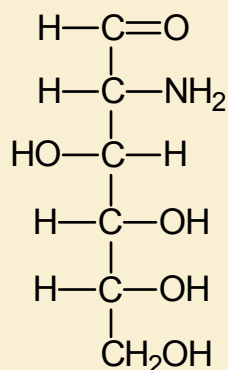
2-dezoxi-D-ribóz



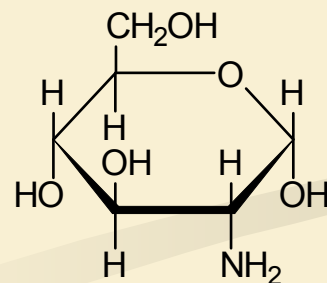
$\beta$ -2-dezoxi-D-ribóz(1→4)

## Aminocukrok

Alkoholos –OH helyett –NH<sub>2</sub>. Dezoxiaminok



2-D-glükózamin

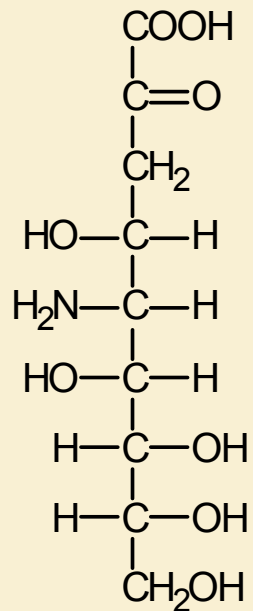


2-amino-2-dezoxi-D-glükóz

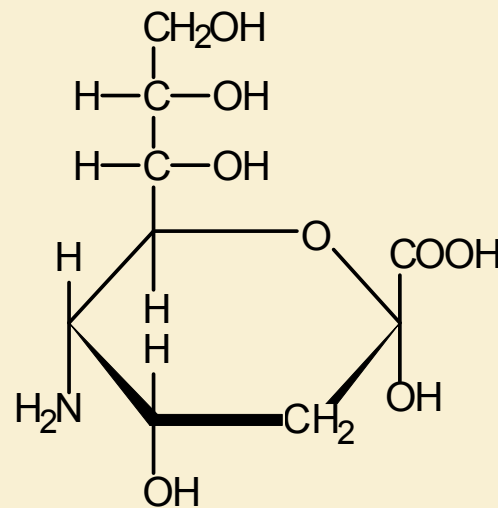
**Glikozilaminok: ha a glikozidos –OH csoportot helyettesíti az –NH<sub>2</sub>.**

**Természetben: N-acetil-származékok formájában a mukopoliszacharidokban.**

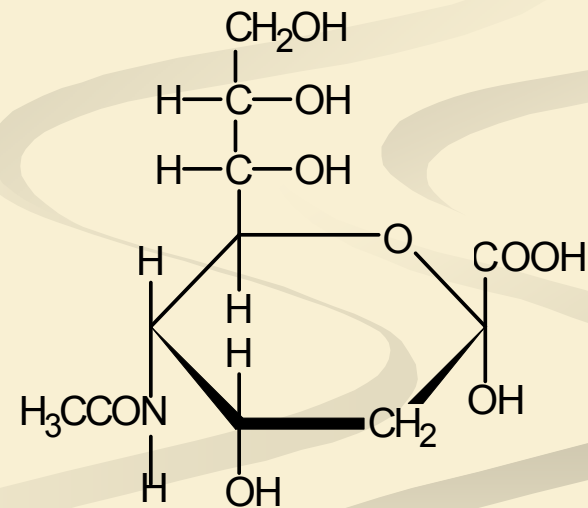
**Muko- és lipopoliszacharidok szintézisében vesznek részt.**



**neuraminsav**

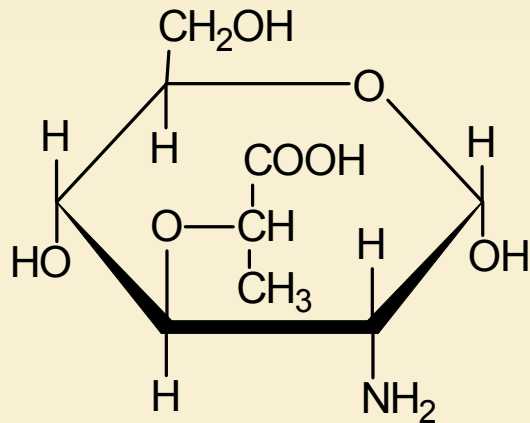


**β-neuraminsav**

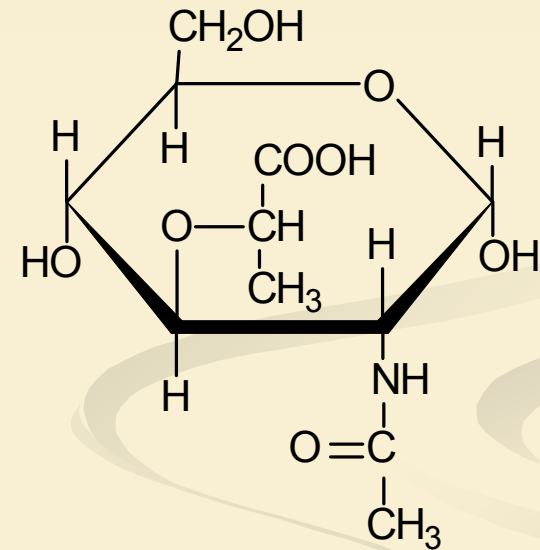


**N-acetil-neuraminsav**

**Számos baktérium és spóra sejtfalában előfordulnak (diamino-pimelinsavval és D-aminosavakkal, D-ala, D-Asp, D-Glu együtt).**



**muraminsav**



**N-acetil-muraminsav**

## Cukorészterek

Szerves savakkal: zsírsavakkal felületaktív anyagok.

**Tanninok**: 1,4-digalloil- $\beta$ -D-glükóz (D-glükóz és galluszsav, digalluszsav és ellágsav észterei).

Szervetlen savakkal:

**Kénsav-észterek**: a mukopoliszacharidokban,

**Foszfát-észterek**: a biokémiai folyamatokban,  
nukleinsavakban, koenzimekben.

## Cukoréterek

**Metil-éterek** szívre ható glikozidokban.

**Cellulóz-éterek**: alkil-, hidroxi-alkil-, karboxi-alkil-éterek.

## Cukoralkoholok

Nem redukálnak, Maillard-reakcióban  $\emptyset$   
Édesek, jól oldódnak.

Alkalmasak a vízaktivitás csökkentésére.

Xilit, szorbit, mannit, dulcitol.

## Monoszacharidok származékai

### Aldonsavak

Oxocsoport helyén karboxilcsoport.

Glükonsav, sói glükonátok, a mézben legnagyobb mennyiségben jelen lévő szerves sav.



## Uronsavak

Véghelyzetű  $-\text{CH}_2\text{-OH} \longrightarrow -\text{COOH}$

D-glükuronsav: az aszkorbinsav-szintézis  
alapanyaga,  
méreganyag megkötő.

Jelentősek: D-galakturonsav,  $\beta$ -D-mannuronsav,  
 $\alpha$ -D-guluronsav.

**Cukordikarbonsavak** vagy glükársavak

Oxocsoport és primer  $-\text{OH} \longrightarrow -\text{COOH}$

Glükóz *Aspergillus niger*  $\rightarrow$  glükársav

Galaktársav: rosszul oldódik.

Gyümölcsökben, algákban, borseprőben.

## Glikozidok

Glikozidos –OH csoport kondenzációs reakcióba lép.

Felosztás az aglikonrész alapján:

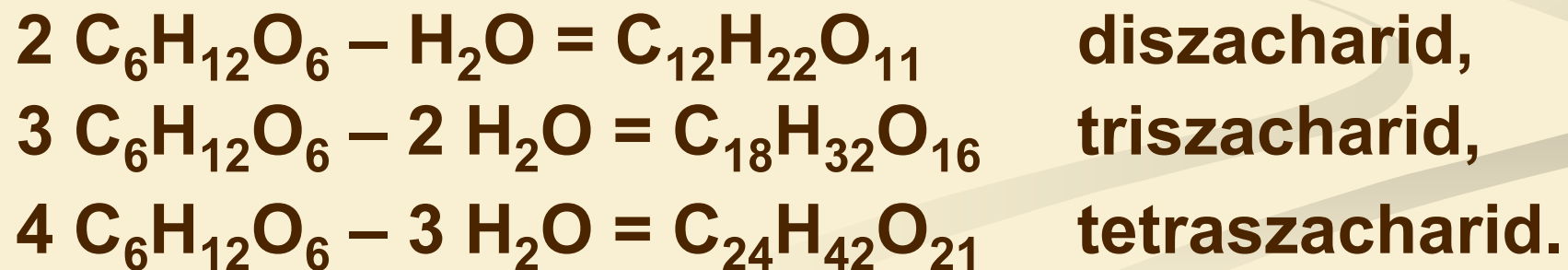
- **alkoholglikozidok: ritkák,**
- **szteránvázas glikozidok:**
  - szívműködést befolyásolók**
  - szaponinok: csökkentik a felületi feszültséget → tartós hab,**
- **fenolglikozidok: szalicin, vanillin, koniferin, kumarinszármazékok, antocianidok, flavonszármazékok,**
- **N-glikozidok: nukleozidok, nukleotidok, ATP, (cukor: D-ribóz, 2-dezoxi-D-ribóz),**

- **Tioglikozidok: aglikonrészben S-atom**  
Mustárolaj glikozidok: szinigrin, szinalbin
- **Cián-hidrogént fejlesztő glikozidok:**  
Keserű mandula: amigdalin

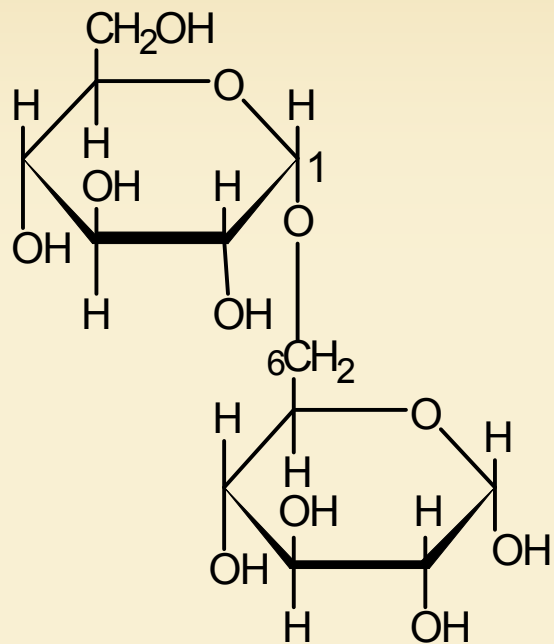
amigdalin  $\xrightarrow{\text{emulzin}}$  benzaldehid, glükóz, cián (HCN).

## Oligoszacharidok

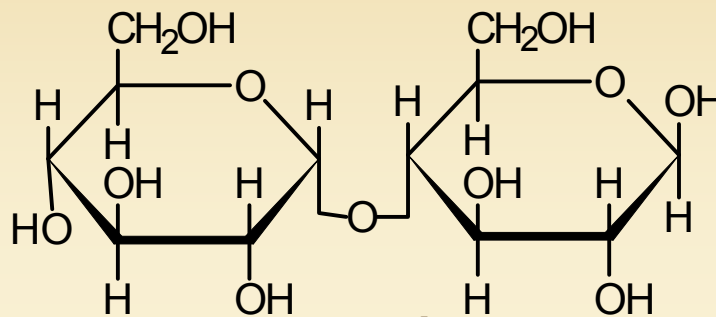
**Glikozidok: aglikonrész is cukor!**



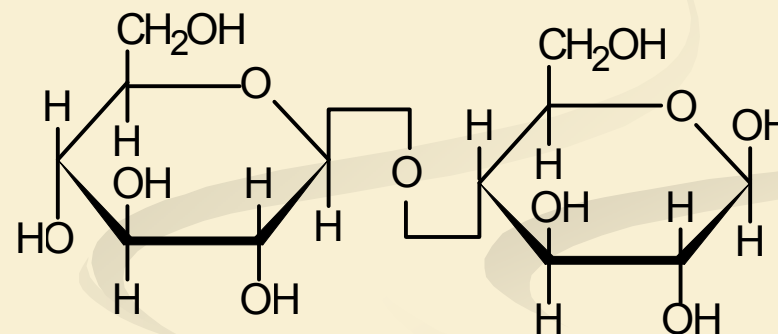
# Diszacharidok



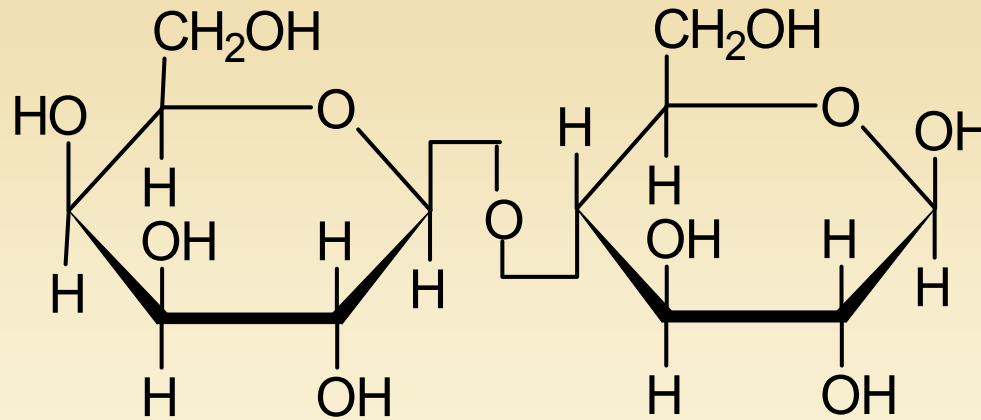
izomaltóz(O- $\alpha$ -glükopiranozil-(1 $\rightarrow$ 6)- $\alpha$ -D-glükopiranóz)



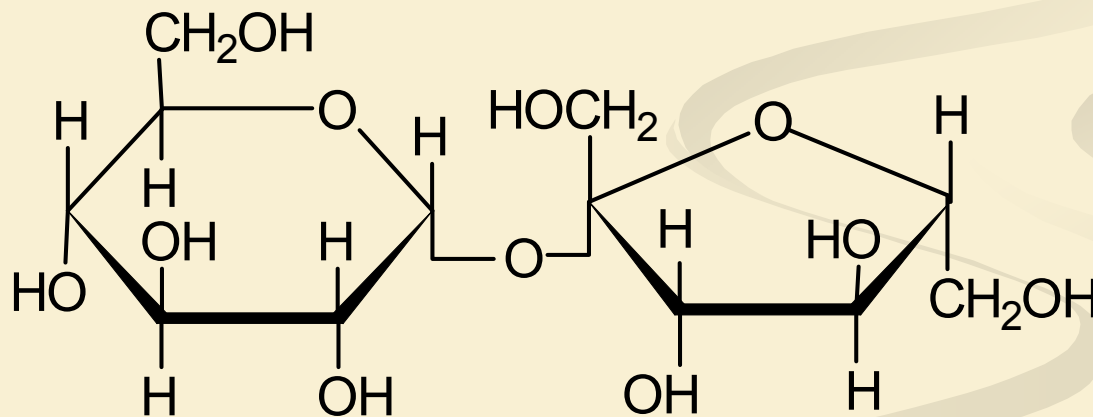
maltóz



cellobióz



**$\alpha$ -D-glükopiranozil-(1→4)- $\beta$ -D-fruktofuranóz  
(szacharóz)**



**O- $\beta$ -D-galaktopiranozil-(1→4)- $\beta$ -D-glükopiranoóz  
(laktóz)**

## **Összekapcsolódási lehetőségek:**

**Glikozidos OH + alkoholos OH  $\longrightarrow$  redukáló diszacharid, glikozil-aldóz, glikozil-ketóz.**

**Glikozidos OH + glikozidos OH  $\longrightarrow$  nem redukáló diszacharid, glikozil-aldozid, glikozil-ketozid.**

**A poliszacharidokat alkotó monoszacharidok: D-glükóz, D-galaktóz, D-fruktóz, ritkán pentóz, aminocukor, dezoxicukor.**

## Diszacharidok

Anomer rész konfigurációjától függően:  $\alpha,\alpha$ -;  $\beta,\beta$ -;  $\alpha,\beta$ -;  $\beta,\alpha$ -kötések.

**Maltóz:**  $\alpha(1 \rightarrow 4)$

keményítő, glikogén  $\xrightarrow{\text{amiláz}}$  maltóz

**Cellobióz:**  $\beta(1 \rightarrow 4)$

cellulóz  $\xrightarrow{\text{celluláz}}$  cellobióz  $\xrightarrow{\text{cellobiáz}}$  D-glükóz

**Izomaltóz:**  $\alpha(1 \rightarrow 6)$  kötések az  $\alpha(1 \rightarrow 4)$  kötések mellett.

**Laktóz:**  $\alpha$ - vagy  $\beta$ -D-glükóz +  $\beta$ -D-galaktóz  $\longrightarrow$   
 $\alpha$ -laktóz vagy  $\beta$ -laktóz

Redukáló diszacharid, 100 °C alatt is reagál a fehérjével.

laktóz  $\xrightarrow{\beta\text{-galaktozidáz}}$  glükóz + galaktóz

Laktózintolerancia, laktózmalabszorpció.

## **Szacharóz** (répacukor, nádcukor)

Anomer szénatomok kötésben → nem redukáló

**Szacharóz** savas hidrolízis v. *invertáz* enzim → **invertcukor**

(D-glükóz, D-fruktóz)

Inverzió: pozitív optikai forgatás → negatívvá válik

## **Triszacharidok**

**Raffinóz: D-glükóz + D-fruktóz + D-galaktóz**

**Nem redukáló.**

**Laktóztartalmú triszacharidok: glükóz és galaktóz  
+ L-fukóz, N-acetil-D-glükózamin, N-acetil-  
neuraminsav.**

**Tetraszacharidok: sztachióz, glükofruktán**



## **Poliszacharidok**

**Glikozidos kötéssel kapcsolódó cukormolekulákból álló nagy molekulatömegű vegyületek.**

- **milyen monoszacharidokból,**
- **hogyan kapcsolódnak (elágazó, nem elágazó),**
- **hány monoszacharidból állnak.**

## **Biológiai szerepük:**

- **szerkezeti poliszacharid (cellulóz, pektin, kitin...),**
- **tartalék tápanyagok: keményítő, glikogén, inulin),**
- **ismeretlen szerep (növényi gumi, mikroorg.).**

## Homopoliszacharidok:

- **glükózpolicimerek: keményítő, glikogén, cellulóz, dextránok,**
- **fruktózpolicimerek: inulin, leván,**
- **egyéb cukrok polimerjei: mannánok, galaktánok,**
- **uronsavpolimererek: alginsav, pektinek,**
- **glükózaminpolimer: kitin.**

## Heteropoliszacharidok:

- **két vagy többféle monoszacharidból,**
- **monoszacharidból és uronsavból,**
- **uronsavból és aminocukorból.**

## Keményítő

Glükózból álló homopoliszacharid

{  
amilóz  
amilopektin

### Amilóz:

El nem ágazó, 100–300 glükózmolekulából  $\alpha(1\rightarrow4)$  kötéssel.

Bontható:  *$\alpha$ -amilázzal,  $\beta$ -amilázzal, glükoamilázzal.*

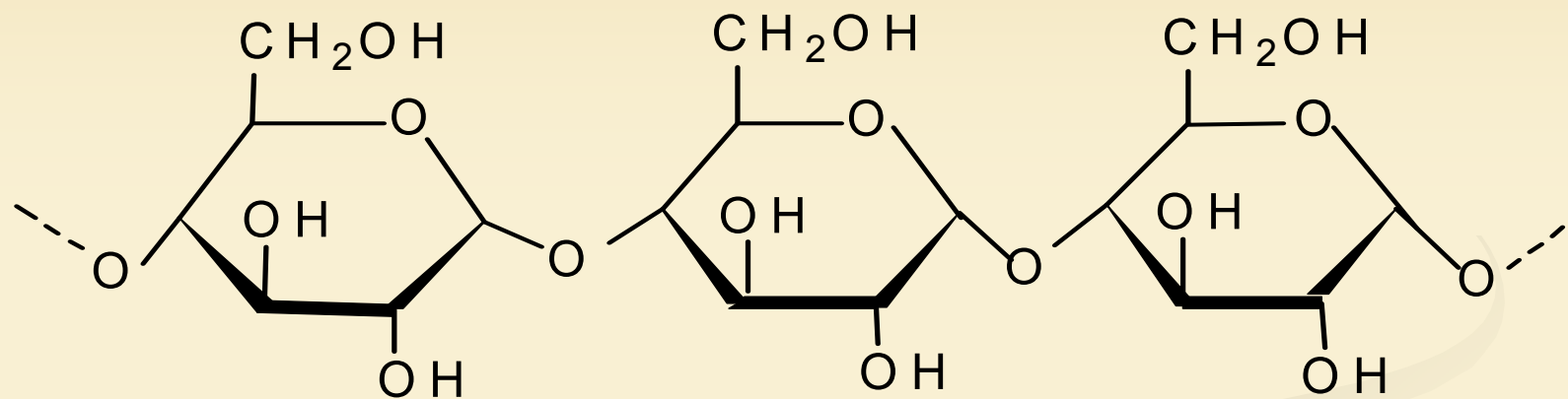
### Amilopektin:

Elágazó, 15–30  $\alpha(1\rightarrow4)$  kötés mellett 1 db.  $\alpha(1\rightarrow6)$ .

Az  $\alpha(1\rightarrow6)$  kötést az *izoamiláz* bontja.

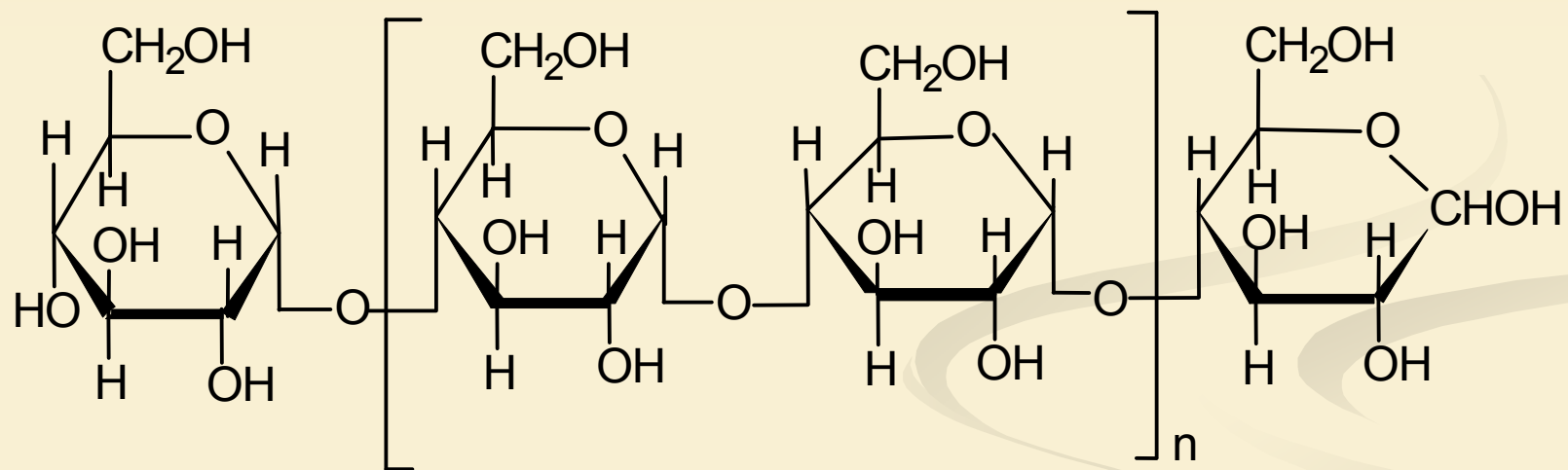
Amilóz, amilopektin: jóddal színreakció.

A szín függ a molekula nagyságától (sárga  $\rightarrow$  vörös  $\rightarrow$  kék).



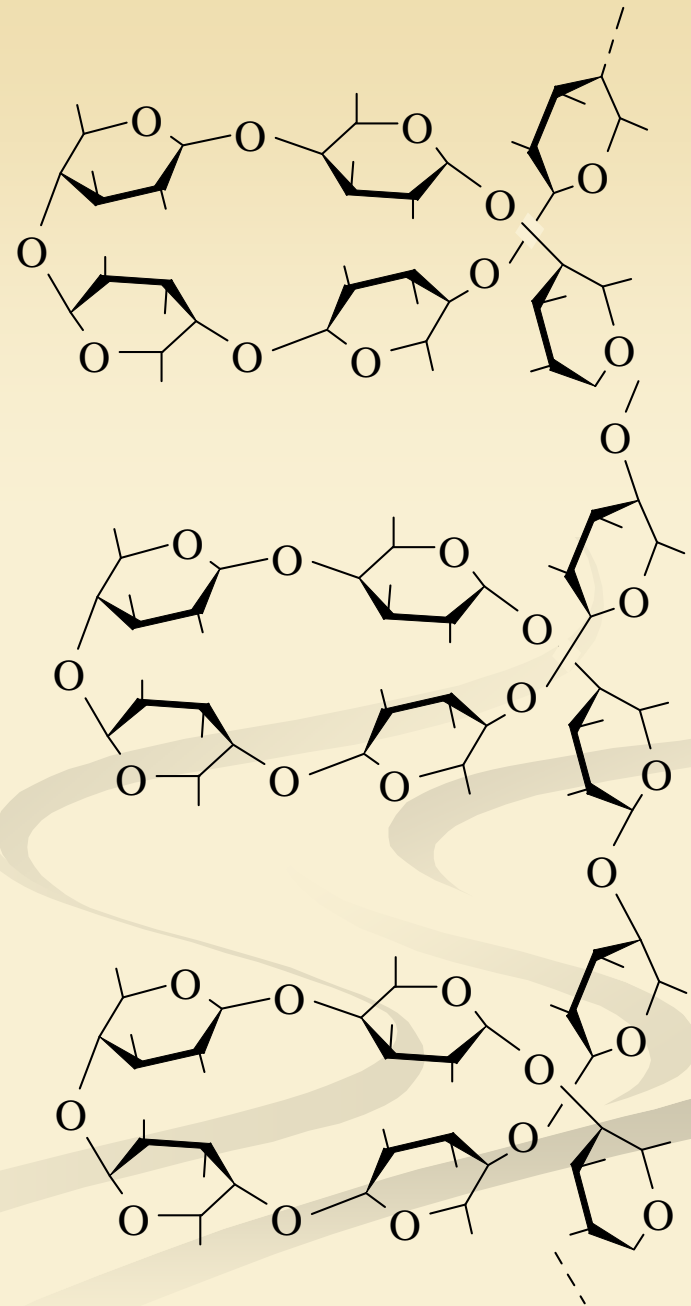
**Keményítő-láncrész**

## Az amilóz szerkezete



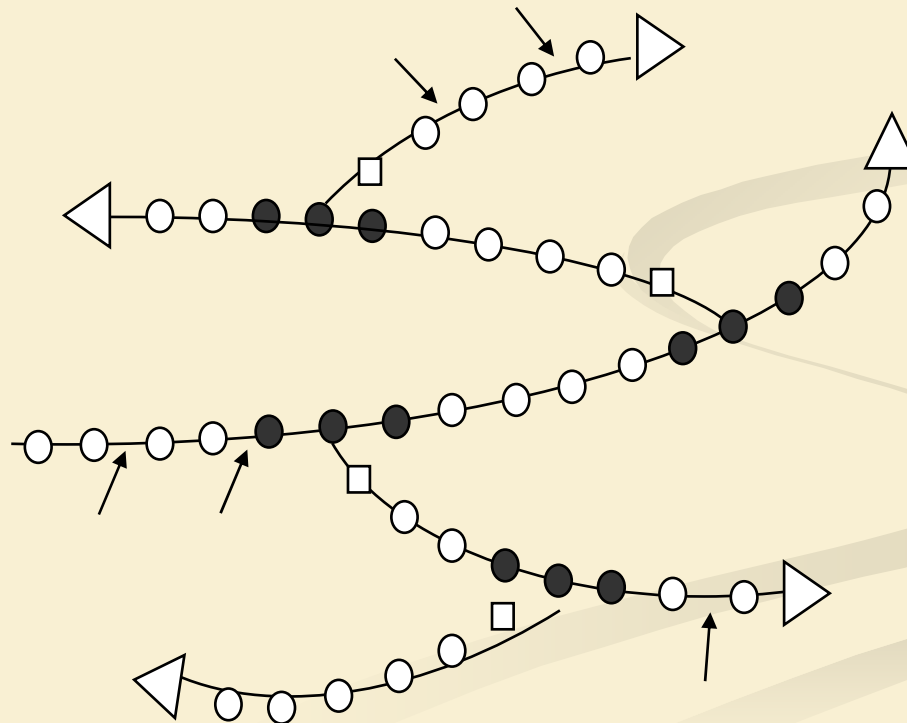
## Az amilózhélix szerkezete

Egy-egy fordulat hat  
glükózegységből áll.

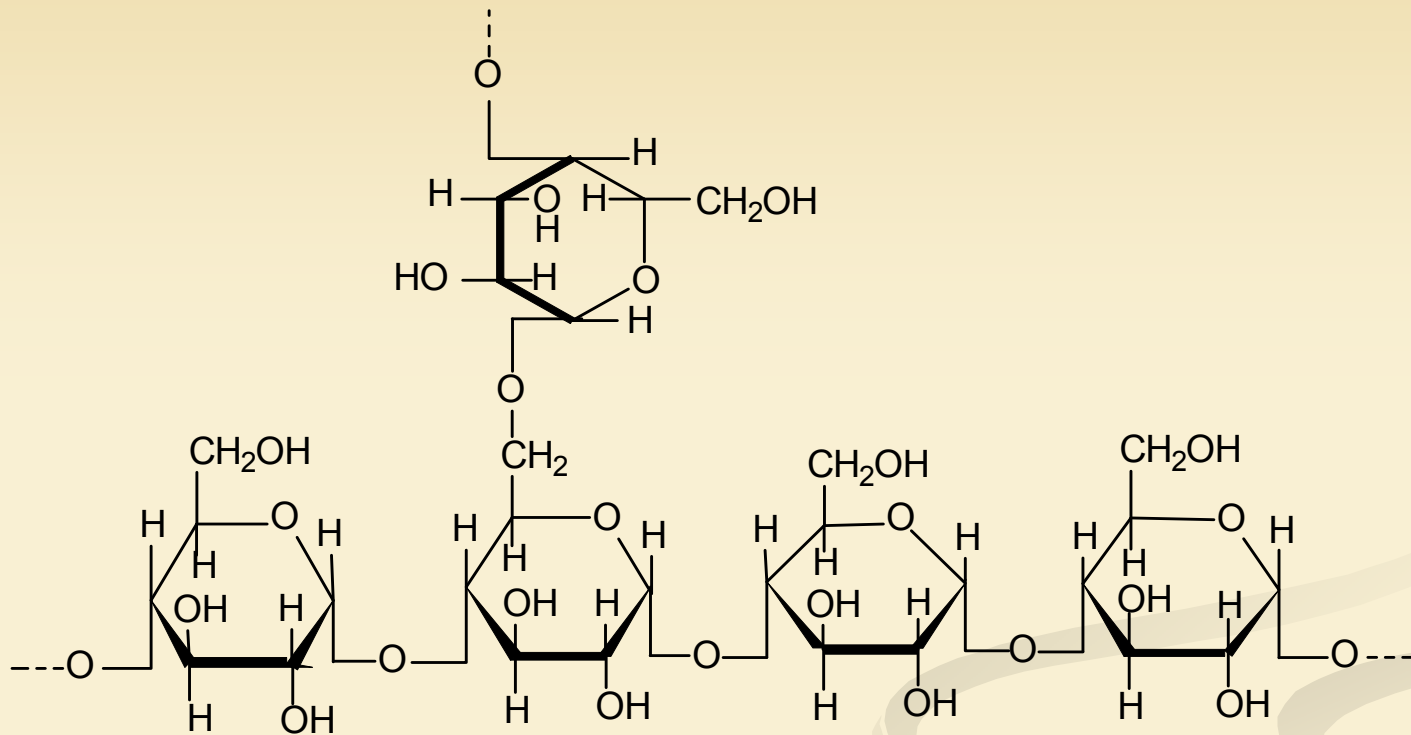


## Az elágazó szerkezetű poliszacharidok (amilopektin, glikogén).

Az *amilázzal* hasítható glikozidkötéseket a nyilak jelölik; a négyzetek 1,6-kötéssel kapcsolódó glükózegységeket jelentenek, a mellettük lévő, feketével jelölt cukorrészek kötéseit az enzim már nem bontja. A háromszögek a redukáló végeket mutatják.



# Az amilopektin elágazó lánc





## A keményítő tulajdonságai

Vízzel melegítve → duzzad → viszkozitás nő  
→ csirizededik → lehűlés után retrogradáció  
(öregedés).

Csiriz: az emésztőenzimek könnyebben bontják.

### Keményítőforrások:

Gabonafélék: búza, kukorica, rizs, rozs,  
burgonya, tápióka, édesburgonya,  
szágó, zöldbanán.

Speciális keményítő: amilóz-keményítő, amilopektin-  
keményítő.

# Módosított keményítők, keményítőszármazékok

## Duzzadókeményítő:

Hőkezelés után tízszeres vízmegkötés.

## Hígfolyós keményítő:

Részleges hidrolízis → lehűtve sem képez gélt.

## Oxidációval módosított keményítő:

OH → oxo, oxo → karboxilcsoportok.

25–50 glükózegység – 1 COOH csoport

## Dextrinek

Különböző hosszúságú poliszacharid lánc-  
töredékek,

molekulatömeg tág határok között.

Amilodextrin, eritrodextrin, akrodextrin  
molekulatömeg csökken.

**Határdextrin:**  $\alpha$ -,  $\beta$ -amilázzal történő bontás során  
keletkezik.

**Pirodextrin:** hevítés szárazon, kevés sav  
jelenlétében: fehér dextrin (95–120 °C), sárga  
dextrin (160–180 °C).

## Ciklodextrin:

keményítő  
glikogén

*Bacillus macerans*  
ciklodextrin-glikozil-transzferáz

ciklodextrin

6( $\alpha$ ), 7( $\beta$ ), 8( $\gamma$ )... 12 glükózrész gyűrűvé kapcsolva  
Aromazárás másodlagos kötőerőkkel.

## Keményítő-észterek:

Foszforsav mono- és diészterek: állományjavítók.

Szervessav-észterek: ecetsav, zsírsavak,  
borostyánkősav, adipinsav, citromsav.

## **Keményítő-éterek:**

**2-hidroxi-etil-, 3-hidroxi-propil-, karboxi-metil-keményítő** → oldhatóság, duzzadóképeség nő, öregedés lassul.

## **Térhálós szerkezetű keményítő:**

**Polifunkciós vegyületekkel (etilén-, propilén-oxid) nő az elágazások száma, a molekulaméret, a viszkozitás.**

## **Glikogén:**

**$\alpha$ -D-glükózból épül fel 1→4 kötéssel, 10–24 glükóزرészenként  $\alpha$ -(1→6) elágazás.**

**Májban: 3–8%, izmokban 0,15–0,18%**

## **Cellulóz**

**A magasabb rendű növények sejtfala főként cellulózból áll. (gyapotban 90%)**

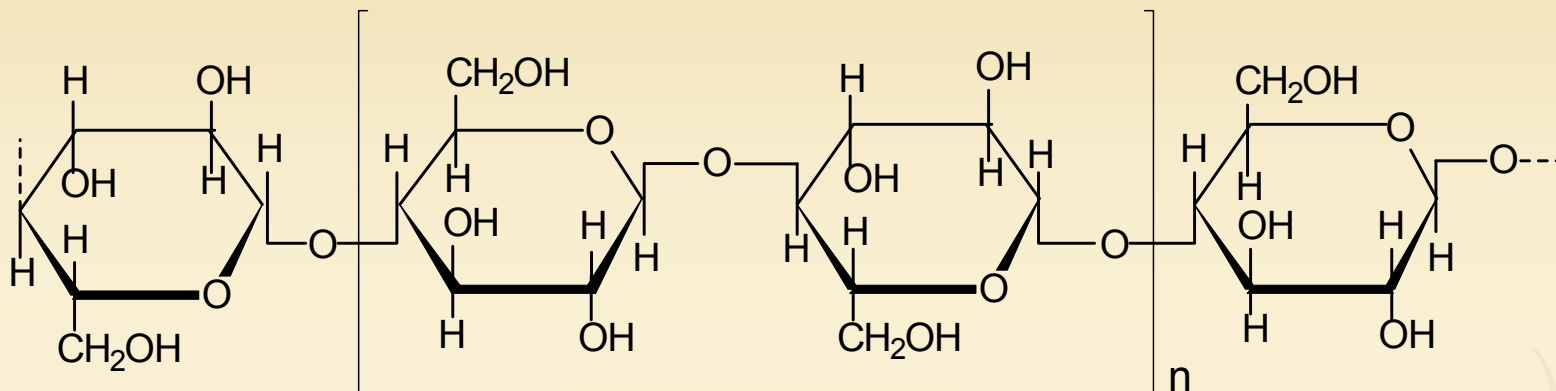
**Állandó kísérőanyaga a lignin és a hemicellulóz.**

**A láncban cellobiózegységek ismétlődnek.**

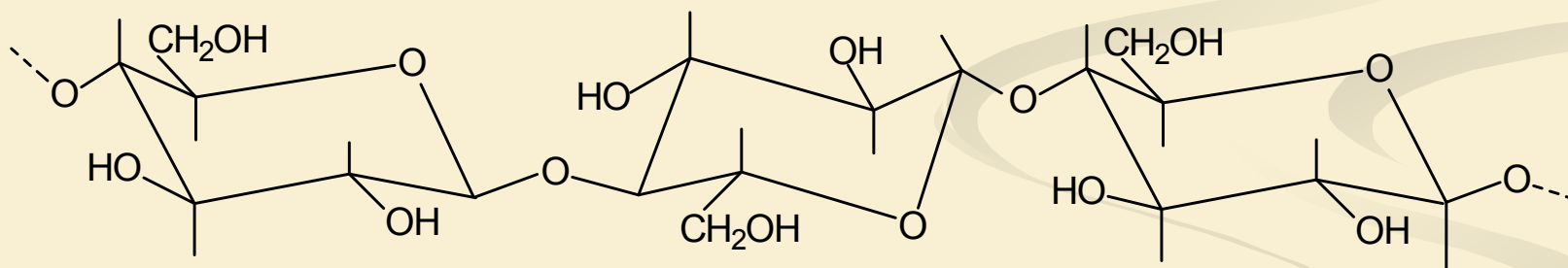
**Nagy molekulatömeg → vízben oldhatatlan, híg savakkal és lúgokkal szemben ellenálló.**

**Az emberi szervezet nem tudja megemészteni.**

# A tiszta cellulóz $\beta$ -D-glükopiranoz egységekből 1→4 kapcsolódással épül fel.



**cellobióz rész**



## **Fruktózpolimerek**

**Fészkesvirágzatúakban és fűfélékben.**

### **Inulin:**

**30–35 fruktózegységből 2→1 kötéssel, 2–25% glükóz a láncvégeken.**

**Csicsóka, cikóriagyökér.**

### **Graminin:**

**10 fruktózból álló poliszacharid a rozsban.**

### **Leván:**

**Főlánc:  $\beta$ -D-fruktóz 2→6 kötéssel.**

**Melléklánc:  $\beta$ -D-fruktóz 2→1 kötéssel.**



## **Mannánok:**

D-mannózból épül fel.

Kődiómannán: maghéjban, tűlevelű fákban.

Konjakmannán: glükóz-mannóz-mannóz triszacharid egységekből.

## **Uronsavpolimerek:**

**Pektin:** alapváza a pektinsav, D-galakturonsav  $\alpha(1\rightarrow4)$  kötésekkkel.

Pektinsav metilésztere: pektin.

Előállítás: citrusfélék és alma héjából.

**Alginátok:** az alginsav sói.

$\beta$ -D-mannuronsav és  $\alpha$ -L-guluronsav  $1\rightarrow4$  kötéssel.

Vízben oldhatatlan, de jól duzzad.

## **Glükózamin-polimer:**

**Kitin:** N-acetil-D-glükózamin részekből.

Kitin  $\longrightarrow$  kitobióz  $\longrightarrow$  D-glükózamin + ecetsav

## **Kevert poliszacharidok:**

**Xilán:** xilóz, L-arabinóz, glükuronsav, glükóz.

**Hemicellulóz:** xilóz, L-arabinóz, hexuronsav.

**Pentozán:** poliszacharid és glikoproteinek keveréke.

50–60% D-xilózt, 30–35% L-arabinózt, 6–7% D-glükózt + fehérjét tartalmaz.

**Xantán:**

D-glükóz, D-mannóz, D-glükuronsav.

## **Karragén\***

**D-galaktóz és anhidro-D-galaktóz szulfátészteréből.  
Vörös-tengeri algából állítják elő.**

## **Agar \***

**$\beta$ -D-galaktopiranóz és 3,6-anhidro- $\alpha$ -L-galakto-  
piranóz 1 $\rightarrow$ 4 vagy 1 $\rightarrow$ 3 kötéssel.**

**Agaróz: kb. minden 10. monomer kénsavészter.**

**Agaropektin: nagyobb észterezettség.**

**\*élelmiszer-ipari állományjavítók, jó gélképzők és  
emulzióstabilizálók.**

**Arab gumi:** L-arabinóz, L-ramnóz, D-galaktóz, D-glükuronsav.

**Alaplánc:**  $\beta$ -D-galaktopiranozából 1 $\rightarrow$ 3 kötéssel.  
**Oldallánc elágazások:** 6-os szénatomoknál.

### **Szénhidrát-fehérje származékok**

**Immunspecifikus hatásúak,  
patogén baktériumok tokanyagai.**

**Lehetnek:**

- **poliszacharid fehérjével,**
- **poliszacharid aminosavakkal vagy peptidlánccal,**
- **mono- vagy diszacharidszármazékok fehérjével.**

**Heparin:\*** véralvadásgátló poliszacharid (D-glükuronsav, D-glükózamin,  $H_2SO_4$ ), a *trombokináz* enzim működését gátolja.

**Hialuronsav:\*** ízületek kenőanyaga

N-acetil-D-glükózamin, D-glükuronsav

**Kondroitin:\*** heparinnal analóg, szulfátészterei porcok és inak alkotórészei.

**\*A legfontosabb szénhidrát komponensek.**

Kapcsolódás a fehérjéhez: ionos-, kovalens, hidrogénhíd, molekuláris kötéssel.

A tojásfehérje glikoproteinjei: ovalbumin, ovomukoid, ovomucin, ovoglikoprotein, ovoinhibitor, avidin.