


## Vegyipari és BIOMÉRNÖKI m veletek

BSc m szakai menedzser hallgatók számára

El adó: Pécs Miklós, 6 x 2 óra  
 F-labor (F épület, FE lépcs ház földszint 1)  
 (463-) 40-31  
[pecs@eik.bme.hu](mailto:pecs@eik.bme.hu)

Diasorok és szöveges segédanyagok találhatóak a:  
<http://oktatas.ch.bme.hu>  
 /oktatas /konyvek /mezgaz /vebimanager  
 címen



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---


## BIOMÉRNÖKI m veletek

Mit lehet mondani err l egy m szakai menedzsernek?

A menedzser feladata az er forrásokkal való gazdálkodás.

A szaktudás és a szakember is egy er forrás (HR).

A biomérnöki tudomány és a biomérnök is az, nézzük meg, hogyan lehet használni:



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

---

---

---

---

---

---

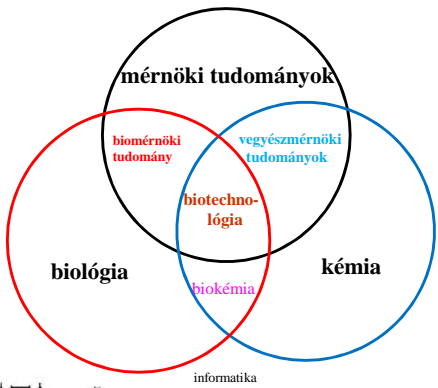

---

---

---

---

## BIOTECHNOLÓGIA - BIOMÉRNÖKSÉG

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### A biomérnök szakember

A biomérnök tehát jól tud együtt dolgozni a vegyészmérnökökkel, élelmiszermérnökökkel, biológusokkal, vegyészekkel.

Nehezen boldogul viszont a látszólag hasonló képzettség gyógyszerészekkel, vízépít mérnökökkel (a biológiai szennyvíztisztítás és a hidrológia ellenére).

Hatékonyan m köd teamek felállításához ezt figyelembe kell venni.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

4

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### A biomérnök szakember

A biomérnök szakembereken belül is kétféle mentalitású van:

Laboros



Iparos



Más jelleg munkakörben érzik jól magukat.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Miben különbözik a laboros és az iparos?

A laboros a tudománnyal foglalkozik. Ha megkérdezik t le, hogy hogyan állít el egy anyagot, a következ képpen válaszol:

$$A + B = C + D$$

Veszek A-t és B-t, reagáltatom, keletkezik C.  
No, és melléktermékként D is.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6

---

---

---

---

---

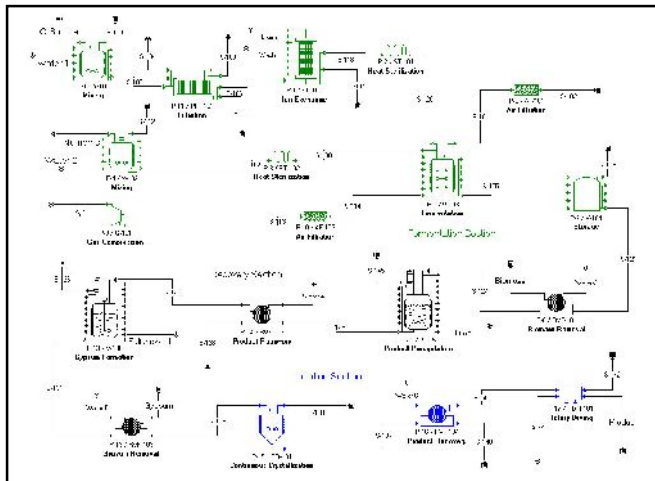
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

Ipar? Van biológiai ipar? Nagyban?

Igen, van!

BME Alkalmazott

---

---

---

---

---

---

---

---

### Mi az a biológiai ipar?

A biológiai iparban mikroorganizmusok segítségével állítanak el nagyon sok anyagot, pl:

- Alkoholt (ezt mindenki ismeri) = szeszipar, sörgyártás, borászat
- Gyógyszereket (penicillint, doxiciklint, inzulint, véralvadási faktorokat, vakcinákat, monoklonális antitesteket, fogamzásgátlókat)
- Aminosavakat (lizint, glutaminsavat, stb.)
- Szerves savakat (citromsavat, ecetsavat, stb)
- Enzimeket (mosószerkehez, sajtgyártáshoz, stb.)

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

---

---

---

---

---

---

---

---

### MÁS CSOPORTOSÍTÁS:

Termelési volumen szerint:

Nagy tömegben el állított (bulk) anyagok: élelmiszeripari, vegyipari alapanyagok

- Verseny piac, kis haszon
- Az innováció a költségek lefaragására irányul

Finomvegyszerek, új gyógyszerek, diagnosztikumok

- innovatív termékek,
- kisebb mennyiség
- nagyobb profit

Mennyiség – ár kapcsolat:



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

10

---

---

---

---

---

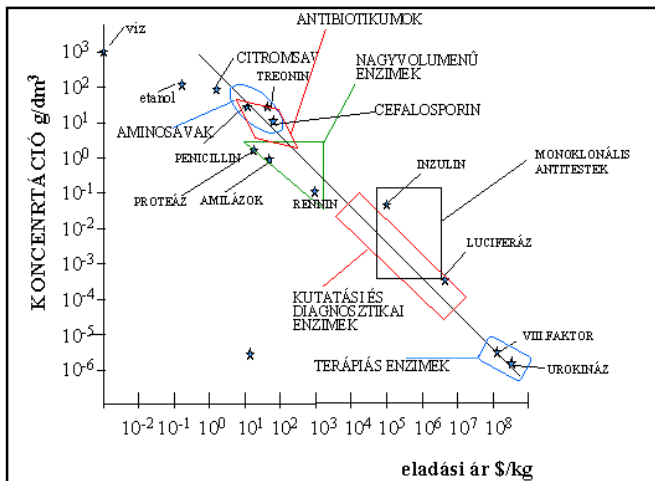
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Az alkohol el állítása

Etilalkohol – ezt mindenki ismeri.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

El állítása: szintetikusán etilénből (~5%)  
erjesztéssel szénhidrátokból (~95%) élesztővel  
ez biológiai ipar!



fosszilis megújuló alapanyag



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Az alkohol el állítása

Mire használják fel a „szeszt”?

- Élvezeti szerként
- Oldószer és vegyipari alapanyag
- Üzemanyag

Kezdjük az élvezeti szerekkel!

A világ etanolfelhasználása millió m<sup>3</sup>-ben

BME AIka

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Alkoholos italok gyártása

Mib l – Mit – Hogyan gyártanak?

glükózból (sz l cukor)	bor	erjesztés
keményít b l (gabona)	sör, whisky, vodka	hidrolízis + erjesztés + (desztilláció)
fruktózból (gyümölcs-cukor)	pálinka	erjesztés + desztilláció
szacharóz (melasz)	rum	erjesztés + desztilláció

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Alkoholos italok gyártása

Kell tehát erjeszthet cukor.

A glükózt, fruktózt és szacharózt az éleszt el tudja erjeszteni, a keményít t viszont nem. Ezt számára le kell bontani, hidrolizálni. Ez szükséges a sörök és a gabonapálinkák (vodka, whisky, whiskey, Bourbon, Aquavit, Doppelkorn) gyártásához.

A hidrolízis módszerei:

- F zés er s savval (sósav, kénsav)
- Enzimes bontás (többféle enzim keverékével)

Ma ez utóbbit használják.

Ehhez nézzük meg, mik is azok az enzimek.

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ENZIMEK

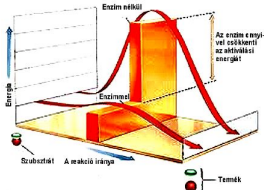
Ennyit a biomérnöki szakma egészér l, nézzünk valami konkrétumot.

De az ne legyen egy gép, hanem valami él : az enzimek. Mik is azok?

Enzimek = biokatalizátorok

Katalizátor:

- az aktiválási energia csökkentésével meggyorsítja kémiai reakciót.
- Az egyensúlyt nem befolyásolja
- Kis mennyiségben is hatékony, mert a reakció után változatlan formába visszaalakul



Anyaguk: fehérje, bonyolult háromdimenziós szerkezet (harmadlagos, negyedleges)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

16

---

---

---

---

---

---

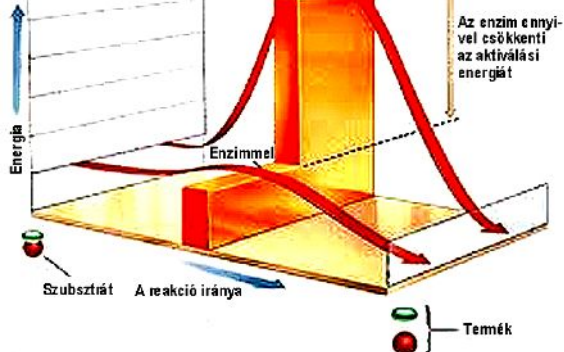
---

---

---

---

## ENZIM NÉLKÜL



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

17

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Enzimes reakciók

(ismétlés a „Biológia alapjai”-ból)

A reakció általános leírása:



Fogalmak:

**Szubsztrát (S):** a reakcióban átalakuló molekula.

**Termék (P):** a reakcióban keletkező molekula.

**Koenzím:** olyan reakciópartner molekula, amely egyes enzimes reakcióhoz nélkülözhetetlen, a reakcióban részt vesz és maga is átalakul (pl. ATP, NAD, stb.)

**Kötő hely, aktív centrum:** az enzim felületének az a része, ahol a szubsztrát megkötődik, illetve átalakul.

Egy enzim csak egyféle típusú reakciót katalizál.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

18

---

---

---

---

---

---

---

---

---

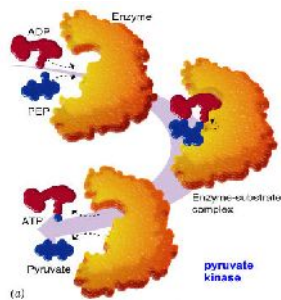
---

## Enzimes reakciók 2.

A köt hely specifikus: csak bizonyos molekulákat köt meg. A két molekula felülete (alakja, töltése) komplementer módon illeszkedik egymáshoz:

(KULCS - ZÁR)

Az enzim felületét az aminosav oldalláncok adják egy aminosav eltérés is elronthatja.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

19

---

---

---

---

---

---

---

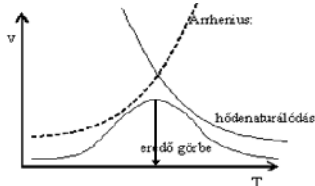
---

---

---

## A h mérséklet hatása

A reakciósebesség exponenciális kapcsolatban van a h - mérséklettel (Arrhenius), tehát gyorsul a reakció. Magasabb h mérsékleten viszont a fehérje denaturálódik, a reakció lassul. Magas h mérsékleten, forralásnál az enzim teljesen inaktiválódik. A két ellentétes folyamat eredjeként az enzim reakcióknak van egy optimális h mérséklete, ahol a reakciósebesség a legnagyobb.



20

---

---

---

---

---

---

---

---

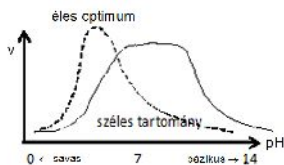
---

---

## A pH hatása az enzimaktivitásra

Az aktív centrumban a felületi töltésmintázat komplementer a szubsztrátéval. A pH-változás hatására ez megváltozik – az enzim rosszabbul köti a szubsztrátot – lassul a reakció. Széls séges pH-nál (er sen savas vagy lúgos közegben) tönkre is megy (denaturálódik) a fehérje, nulla a reakciósebesség.

Van egy optimális pH érték/tartomány.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

21

---

---

---

---

---

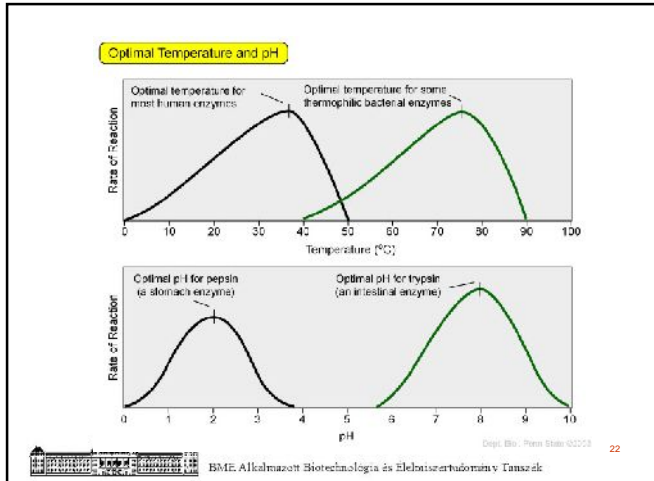
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

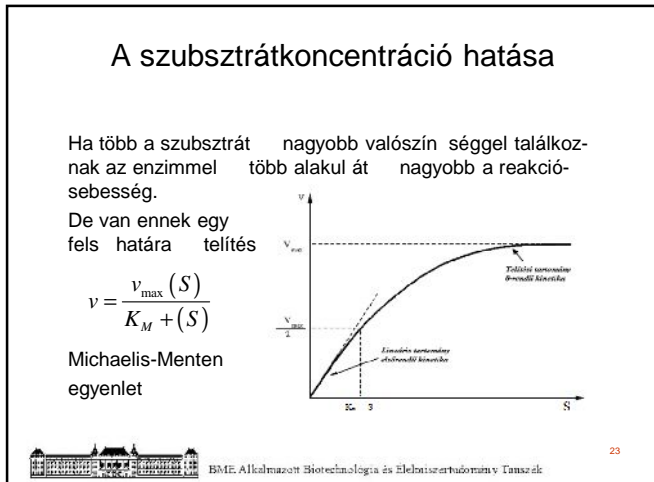
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

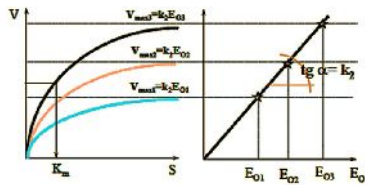
---



### Enzim koncentráció hatása

Lineáris kapcsolat  $n \times$  több enzim  $n \times$  nagyobb  $v_{max}$   
 Ha nagy szubsztrátkoncentrációnál mérjük a reakciósebességet, akkor a maximális reakciósebesség ( $v_{max}$ ) arányos lesz az enzimkoncentrációval:

$$v = v_{max} = k_2 (E)$$



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### ENZIMMODULÁTOROK

Az enzim reakció sebességét befolyásoló kémiai anyagok. Lehetnek:

**Inhibitorok:** reakciósebességet csökkentő, gátló anyagok

**Aktivátorok:** reakciósebességet növelő anyagok

Az inhibitorok hatásmechanizmusa eltérő lehet:



- ← **nem kompetitív** inhibitor (az enzim felületén máshol kötődik)
- ← **kompetitív** inhibitor (a szubsztrát helyére kötődik)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

26

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompetíció



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

27

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Kompetitív inhibitorok

Ezek a molekulák szerkezetükben hasonlítanak a szubsztráthoz, és képesek annak helyére bekötődni.

Ezt a vegyületcsoportot kompetitív inhibitoroknak nevezzük, mivel az I és S egymással verseng az enzim aktív centrumához történő kapcsolódásban. Ezen belül lehet:

Alternatív szubsztrát: az enzimes reakció végbemegy, alternatív termék keletkezik

Valódi (dead end) inhibitor: a szubsztráthoz hasonló szerkezetű molekula, ami bekötődik az enzim aktív centrumába, de a reakció nem játszódik le. Lehet: - reverzibilis, - irreverzibilis




---

---

---

---

---

---

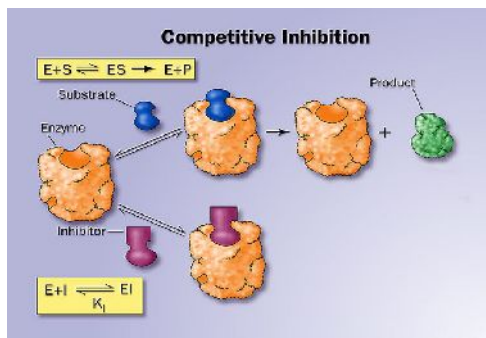
---

---

---

---

### Kompetitív inhibitorok




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

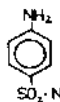
### Kompetitív inhibitorok

A gyógyszerek nagy része kompetitív inhibitorként hat:



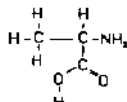
p-amino-  
benzoésav

(metabolit)



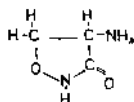
szulfonamid

(gyógyszer)



alanin

(metabolit)



cikloszerin

(gyógyszer)




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Nem-kompetitív inhibíció

Az inhibitor molekula nem hasonlít a szubsztrátra, és nem az aktív centrumba kötődik. Az enzim felületén valahol másol kapcsolódik, de ezzel nem befolyásolja a szubsztrát be- kötődését. Létrejöhet ESI hármaskomplex is.

A második lépést, a termék kialakulását és kilépését gátolja. Megváltoztatja a fehérjemolekula-láncok térszerkezetét → megváltozik az aktív centrum szerkezete → a megkötött szubsztrát nem tud elreagálni → a reakció lelassul vagy le- áll.

„Mérgezi” az enzimet, mintha kevesebb enzim lenne jelen.




---

---

---

---

---

---

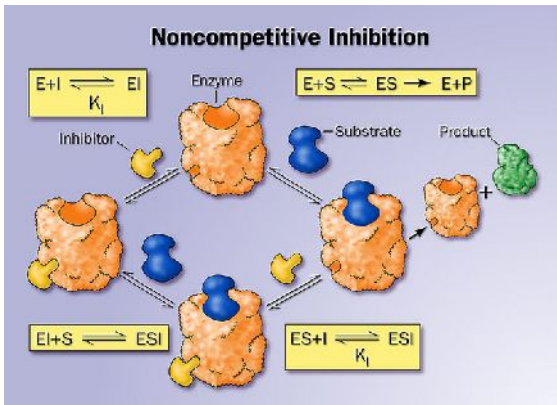
---

---

---

---

### Noncompetitive Inhibition




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Miért beszéltünk ennyit az enzimekr l?

Mert:

A glükózt, fruktózt és szacharózt az éleszt el tudja erjesz- teni, a keményít t viszont nem. Ezt számára le kell bontani, hidrolizálni.

A hidrolízis módszerei:

- F zés er s savval (sósav, kénsav)
  - **Enzimes bontás kell** (többféle enzim keverékével)
- Ma ez utóbbit használják.

Milyen enzimekre van szükség a keményít bontásához?




---

---

---

---

---

---

---

---

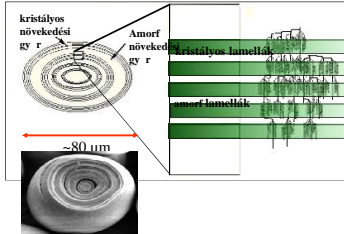
---

---

### A keményít szerkezete

A keményít sz I cukor(=glükóz) molekulákból álló polimer. Két frakciója a lineáris amilóz és az elágazó, fűtös szerkezet amilopektin.

Egy keményít szemcsén belül rendezett (kristályos) és rendezetlen (amorf) rétegek váltakoznak. A keményít t bontó enzimek az amilázok.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

34

---

---

---

---

---

---

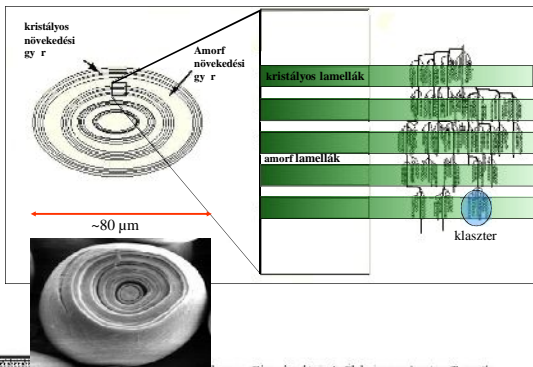
---

---

---

---

### A keményít szerkezete



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

35

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### AMILÁZOK

α-amiláz, folyósító enzim: endo-amiláz, a láncok belsejében, véletlenszerűen kötéseket hasít, rövidebb láncokat, dextrineket termel.

β-amiláz, maltamiláz: a láncok nem-redukáló végén I maltóz (két glükózból álló erjeszhető cukor) egységeket választ le. Határdextrinek maradnak.

Amiloglükozidáz, glükamiláz: a nem-redukáló láncvégeken I egyesével glükóz egységeket választ le. Határdextrinek maradnak.

Pullulanáz: az elágazásoknál lévő (1-6) kötéseket bontja, ezzel megszünteti az elágazásokat (= debranching enzyme).



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

36

---

---

---

---

---

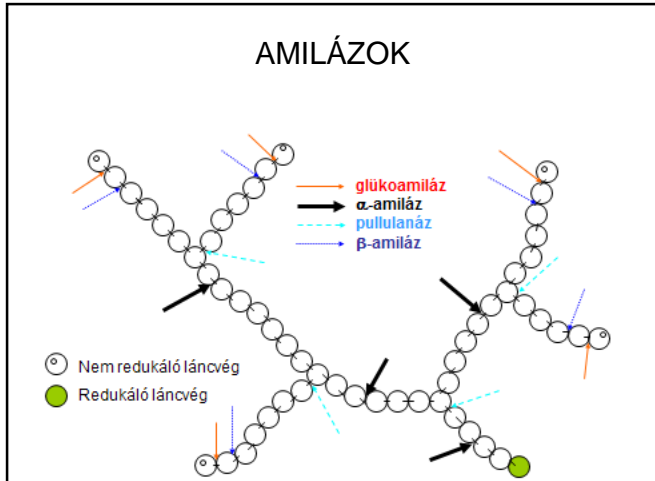
---

---

---

---

---




---

---

---

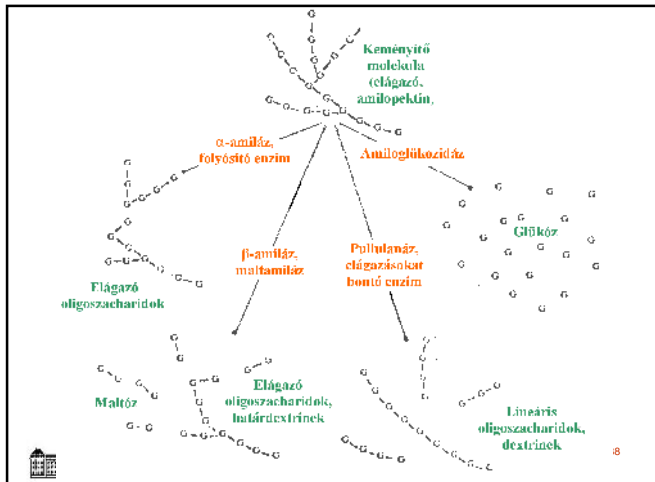
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---