

# 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

1

# BIOMÉRNÖKI m veletek

Mit lehet mondani err l egy m szakai menedzsernek?

A menedzser feladata az er forrásokkal való gazdálkodás.

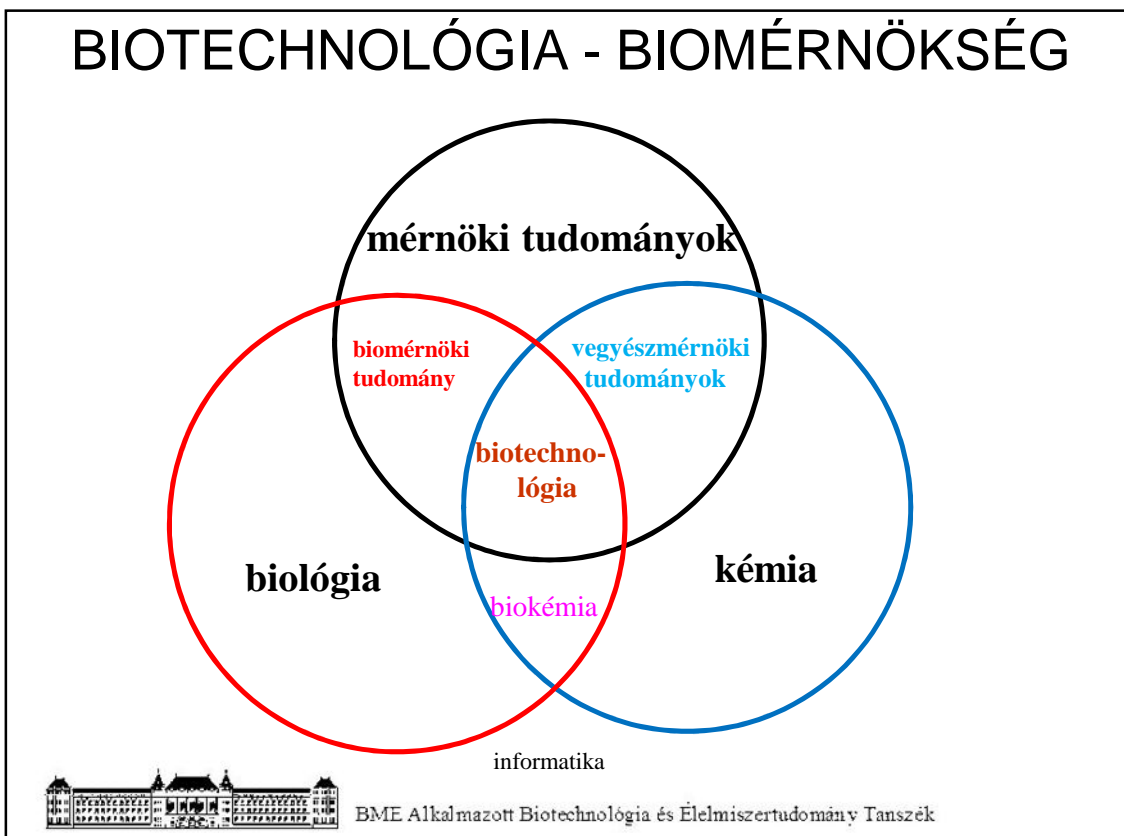
A szaktudás és a szakember is egy er forrás (HR).

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

2



## A biomérnök szakember

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

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

Hatékonyan működ teamek felállításához ezt figyelembe kell venni.



## A biomérnök szakember

A biomérnök szakembereken belül is kétféle mentalitású van:

Laboros



Más jelleg munkakörben érzik jól magukat.

Iparos

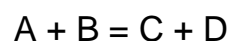


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

## Miben különbözik a laboros és az iparos?

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



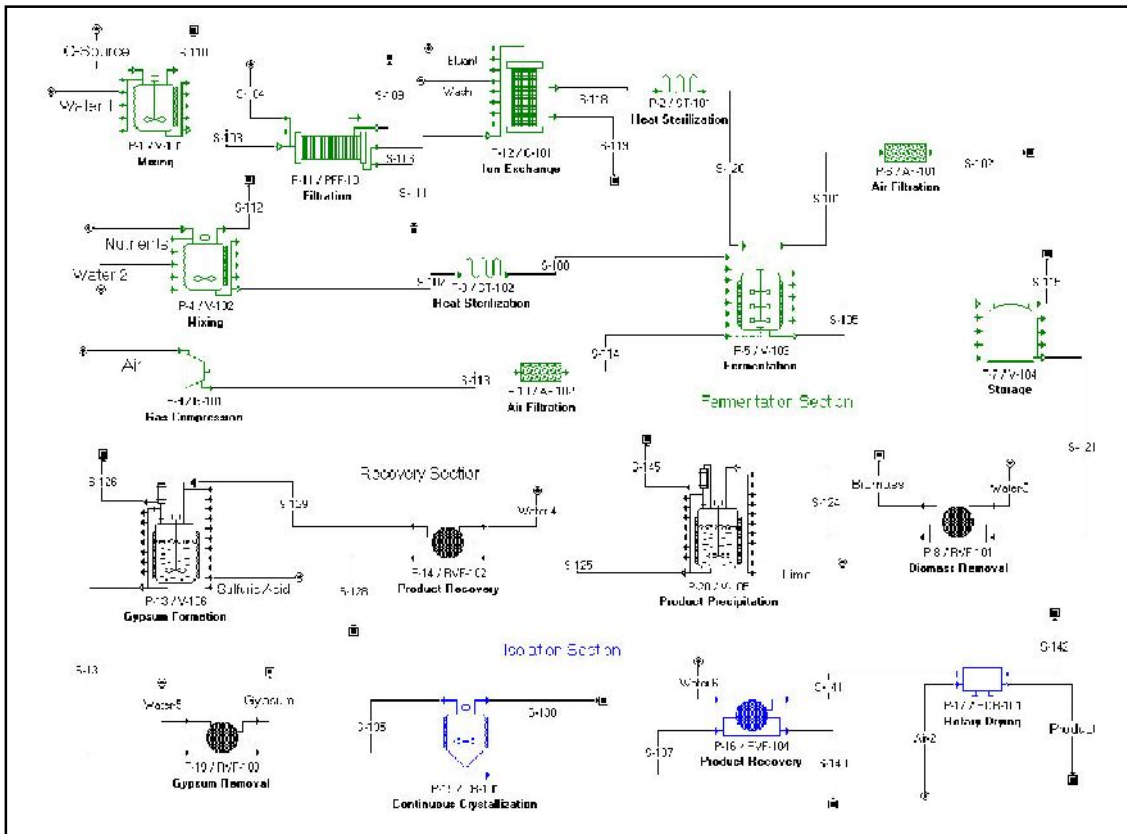
Veszek A-t és B-t, reagáltatom, keletkezik C.

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

- Versenypiac, kis haszon
- Az innováció a költségek lefaragására irányul

Finomvegyszerek, új gyógyszerek, diagnosztikumok

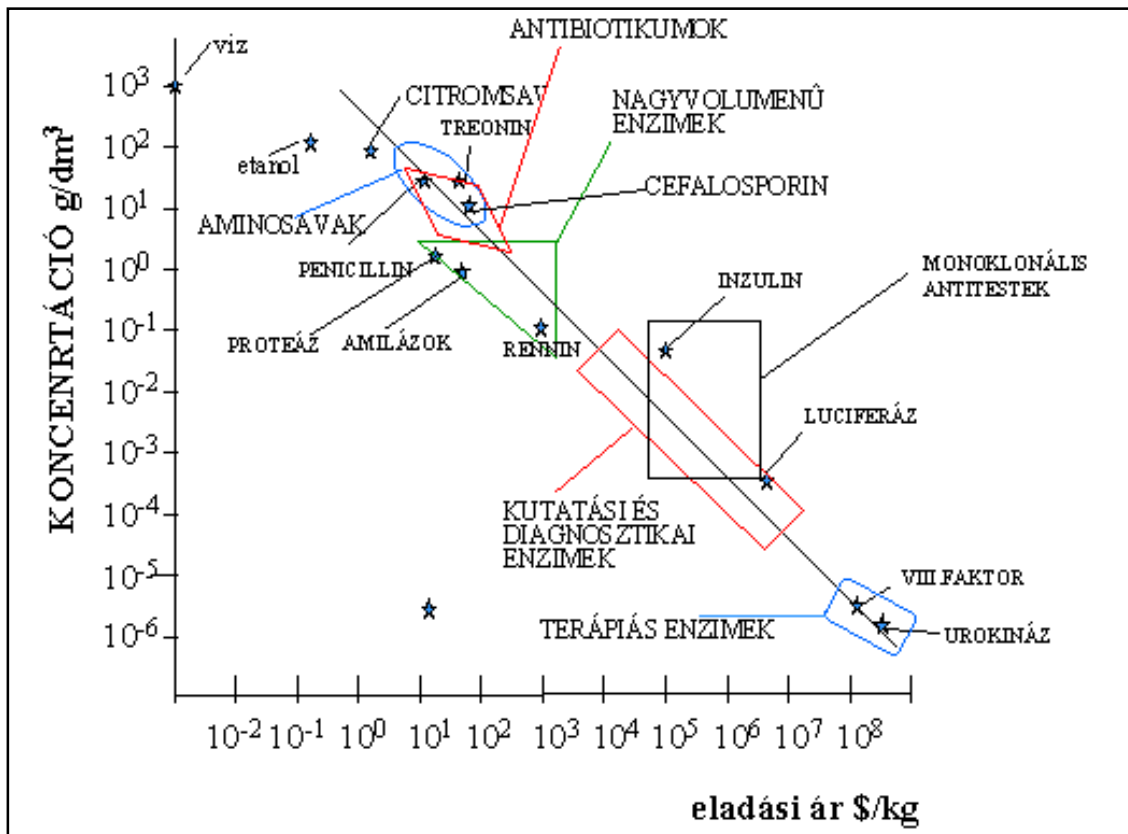
- innovatív termékek,
- kisebb mennyiség
- nagyobb profit

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%) éleszt vel ez biológiai ipar!



fosszilis megújuló alapanyag



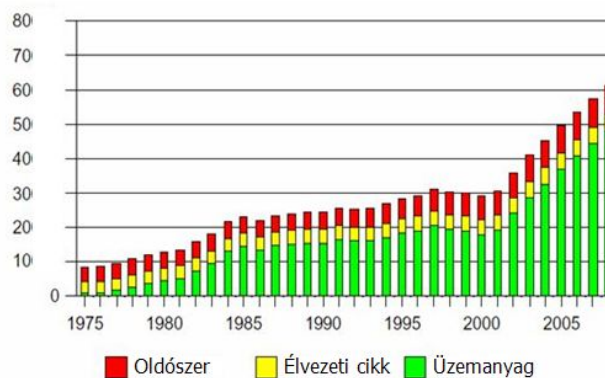
## Az alkohol el állítása

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 Alka

## Alkoholos italok gyártása

Miből – Mit – Hogyan  
gyártanak?

glükózból (szőlőcukor)	bor	erjesztés
keményítéskor (gabona)	sör, whisky, vodka	hidrolízis + erjesztés + (desztilláció)
fruktózból (gyümölcs-cukor)	pálinka	erjesztés + desztilláció
szacharóz (melasz)	rum	erjesztés + desztilláció



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

14



## 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 és 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

15

## ENZIMEK

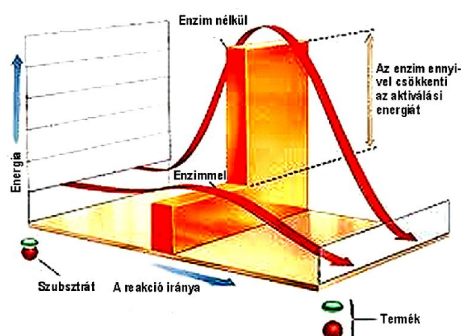
Ennyit a biomérnöki szakma egészer l, nézzünk valami konkrétumot.

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



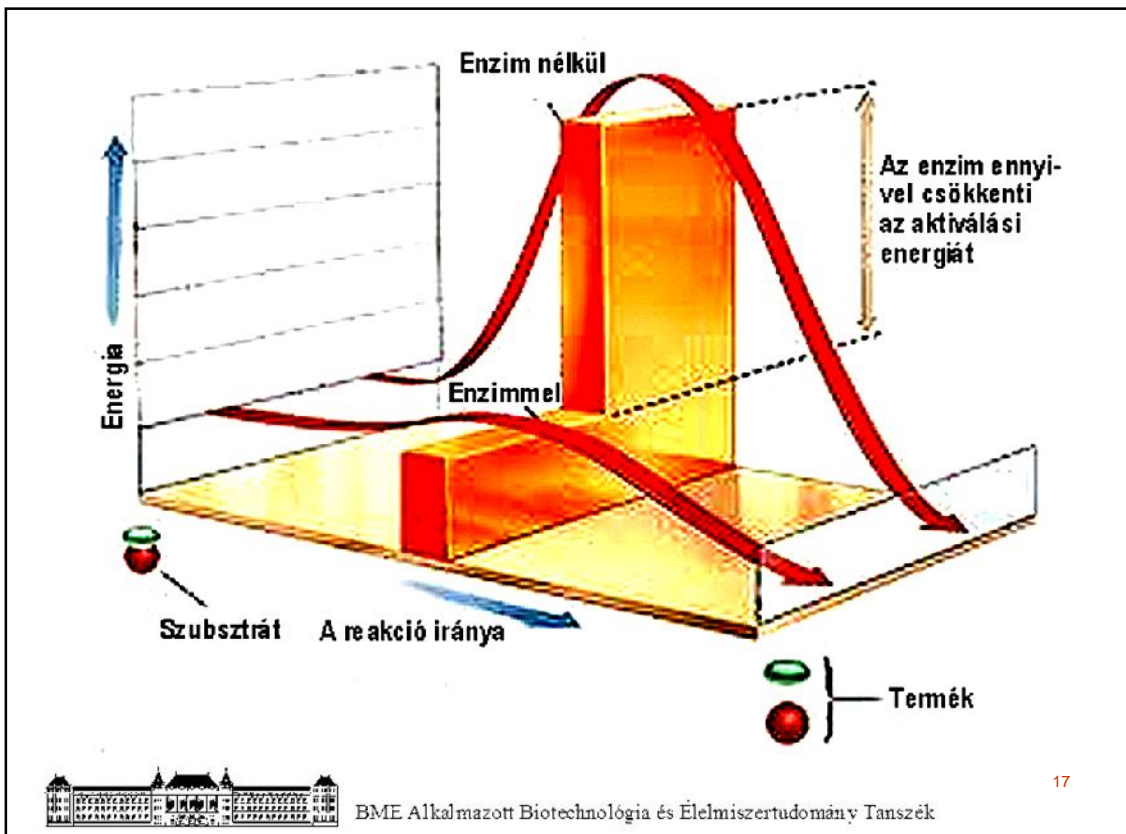
Anyaguk: fehérje, bonyolult háromdimenziós szerkezet (harmadlagos, negyedleges)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

16





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.

Koenzim: 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

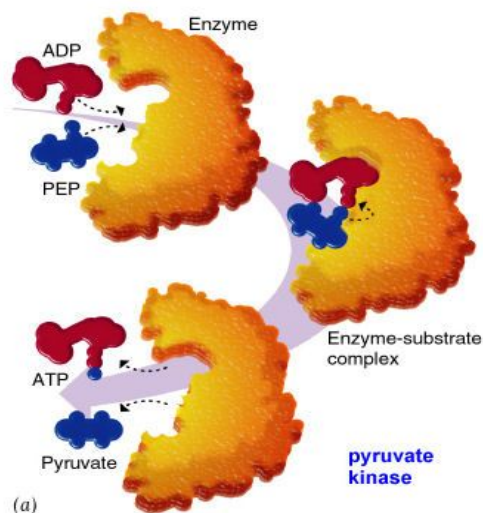
18

## 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.

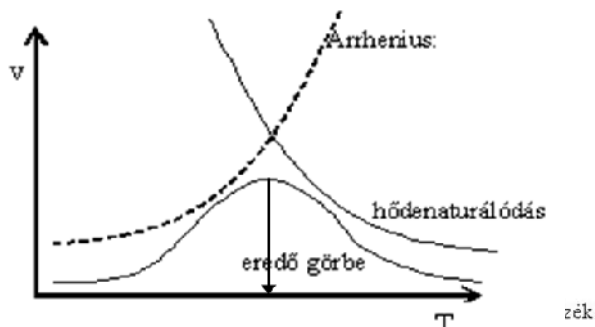


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

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 eredményeként az enzimes reakcióknak van egy optimális h. mérséklete, ahol a reakciósebesség a legnagyobb.

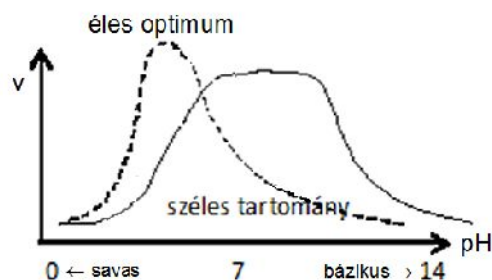


20

## 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. Szélsőséges pH-nál (erősen savas vagy lúgos közegben) tönkremegy (denaturálódik) a fehérje, nulla a reakciósebesség.

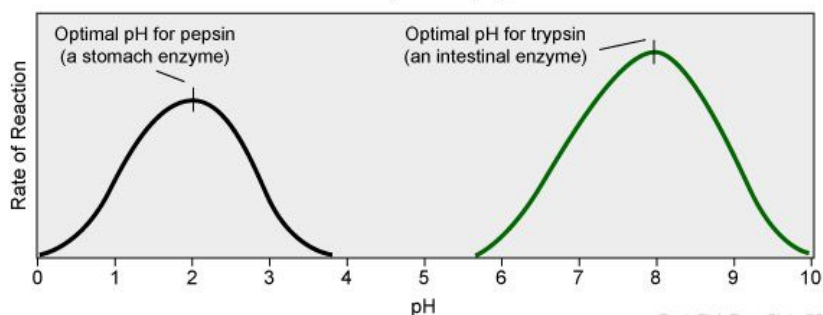
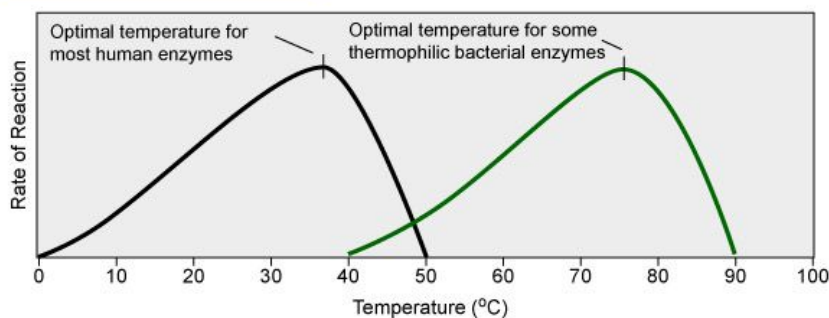
Van egy optimális pH érték/tartomány.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

21

### Optimal Temperature and pH



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Dept. Biol. Penn State ©2003

22

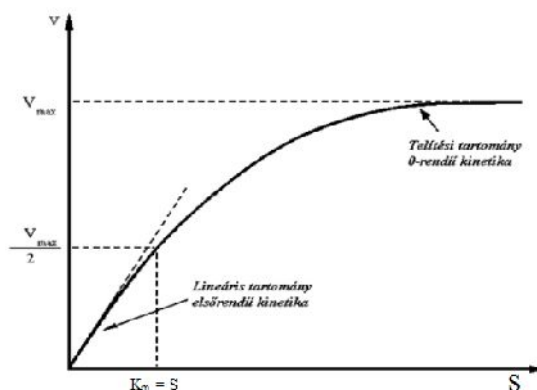
## A szubsztrátkoncentráció hatása

Ha több a szubsztrát nagyobb valószínűséggel találkoznak az enzimmel több alakul át nagyobb a reakciósebesség.

De van ennek egy fels határa telítés

$$v = \frac{v_{\max} (S)}{K_M + (S)}$$

Michaelis-Menten egyenlet



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

23

## A szubsztrátkoncentráció hatása

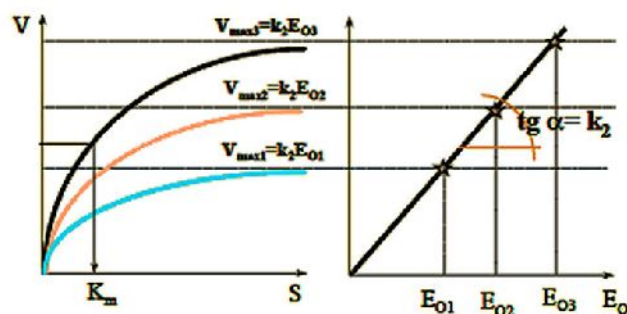


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

## Enzim koncentráció hatása

Lineáris kapcsolat  $\propto$  több enzim  $\propto$  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

25

## 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 szubsztrát-hoz, 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 enzim reakció végbemegegy, alternatív termék keletkezik

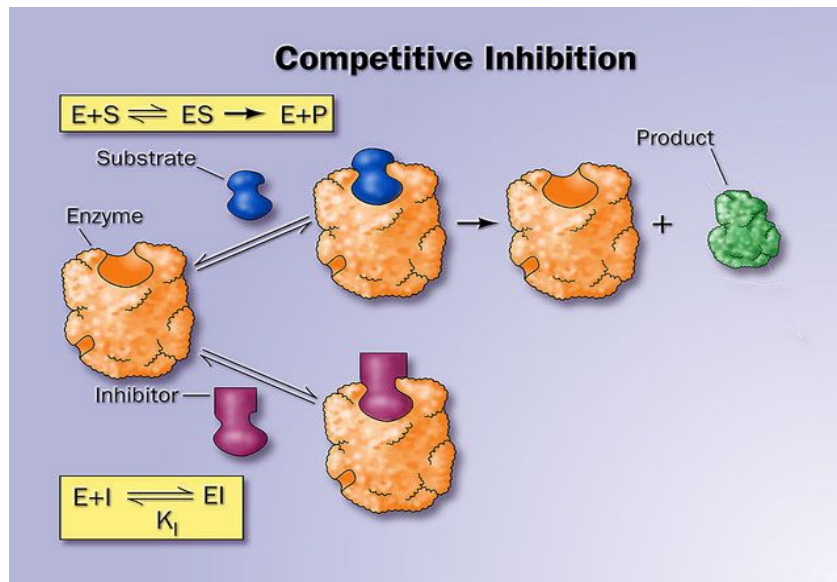
Valódi (dead end) inhibitor: a szubsztráthoz hasonló szerkezetű molekula, ami bekötődik az enzim aktív centrumába, de a reakció nem játszódik le. Lehet: - reverzibilis, - irreverzibilis



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

28

## Kompetitív inhibitorok

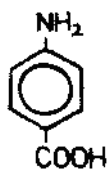


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

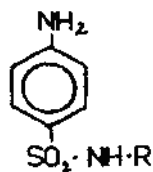
29

## Kompetitív inhibitorok

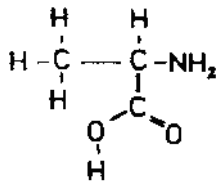
A gyógyszerek nagy része kompetitív inhibitoroként hat:



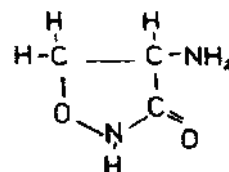
p-amino-  
benzoesav  
(metabolit)



szulfonamid  
(gyógyszer)



alanin  
(metabolit)



cikloszerin  
(gyógyszer)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

30



## Nem-kompetitív inhibíció

Az inhibitor molekula nem hasonlít a szubsztrátra, és nem az aktív centrumba kötődik. Az enzim felületén valahol máshol kapcsolódik, de ezzel nem befolyásolja a szubsztrát bekapcsolódását. Létrejöhet ESI hármass komplex is.

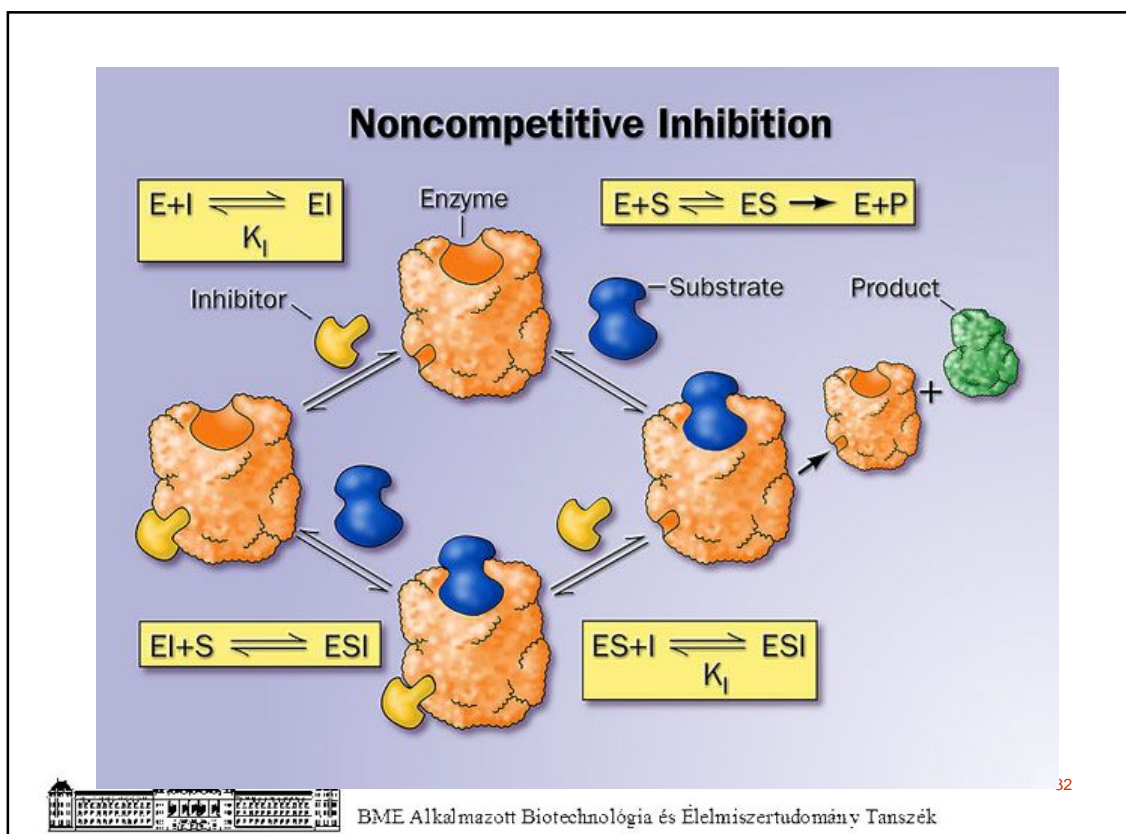
A második lépést, a termék kialakulását és kilépését gátolja. Megváltoztatja a fehérjemolekula-láncok térszerkezetét → megváltozik az aktív centrum szerkezete → a megkötött szubsztrát nem tud elreagálni → a reakció lelassul vagy leáll.

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

31



## Miért beszéltünk ennyit az enzimekr I?

Mert:

A glükózt, fruktózt és szacharózt az éleszt el tudja erjeszteni, 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?



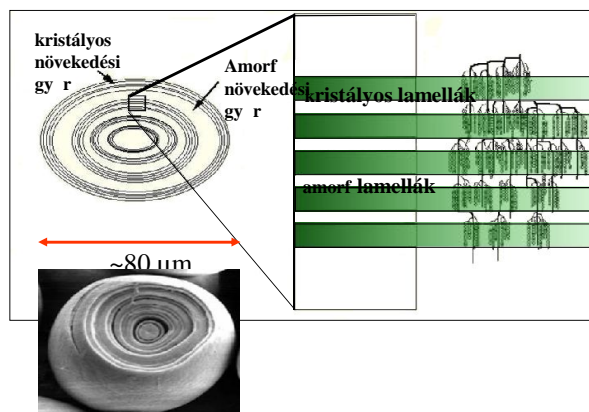
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

33

## A keményít szerkezete

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

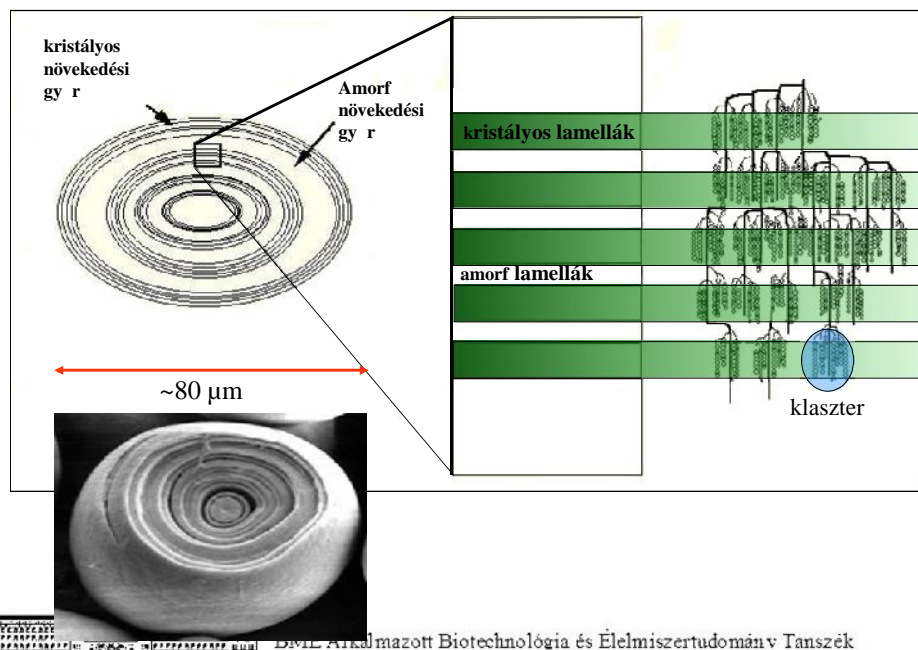
Egy keményít szemcsén belül rendezett (kristályos) és rendezetlen (amorf) rétegek váltakoznak. A keményít t bontó enzimek az amilázok.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

34

## A keményít szerkezete



35

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

## 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.

**Amiloglükózidáz**, 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

