

## Vegyipari és BIOMÉRNÖKI m veletek

BSc m szakai menedzser hallgatók számára

EI 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

## A biomérnök szakember

A biomérnök tehát jól tud együtt dolgozni a vegyészmérnökkel, élelmiszermérnökkel, biológussal, 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

## 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 szakembereken belül is kétféle mentalitás van:

Laboros



Iparos



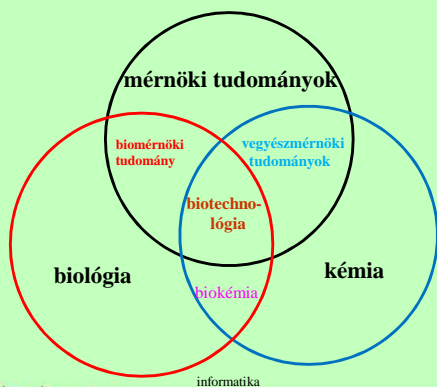
Más jellel munkakörben érzik jól magukat.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

## BIOTECHNOLÓGIA - BIOMÉRNÖKSÉG



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

## 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:

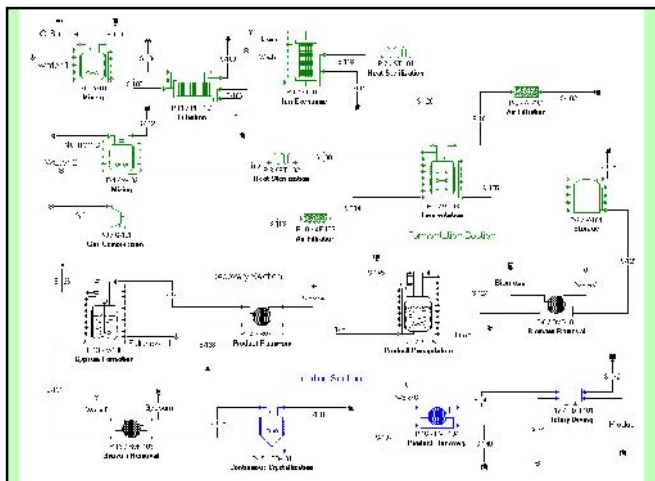
$$A + B = C + D$$

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



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6



### MÁS CSOPORTOSÍTÁS:

Termelési volumen szerint:

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

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

Finomvegyszerek, új gyógyszerek, diagnosztikumok

- innovatív termékek,
- kisebb mennyiség
- nagyobb profit

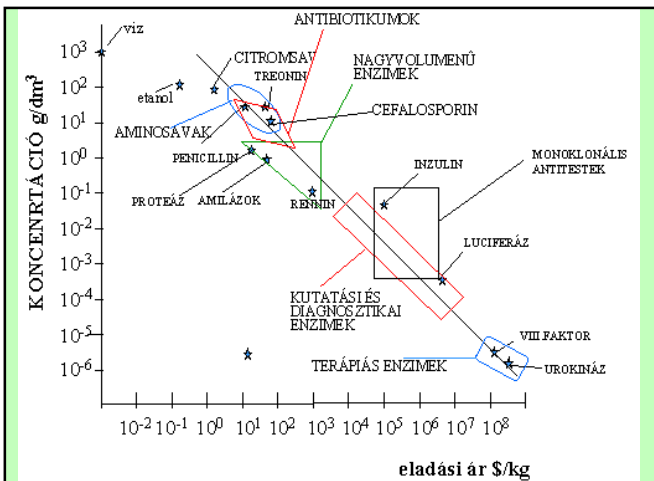
Mennyiség – ár kapcsolat:

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

### Ipar? Van biológiai ipar? Nagyban?

Igen, van!

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



### 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 (mosószerekhez, sajtgyártáshoz, stb.)

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

### Az alkohol el állítása

Etilalkohol – ezt mindenki ismeri. CH3CH2OH

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

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{éleszt}} 2CH_3 - CH_2 - OH + 2CO_2 + 92kJ/mol$$

fosszilis megújuló alapanyag

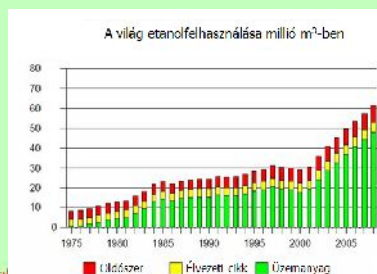
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

## Az alkohol el állítása

Mire használják fel a „szeszt”?

- Élvezeti szerként
- Oldószer és vegyipari alapanyag
- Üzemanyag

Kezdjük az élvezeti  
szerekkel!



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

## ENZIMEK

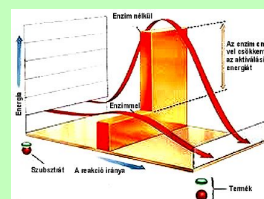
Ennyit a biomérnöki szakma  
egészér l, nézzünk valami  
konkrétumot.

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

Enzimek = biokatalizátorok

Katalizátor:

- az aktiválási energia csökkenté-  
sével meggyorsítja kémiai reak-  
ciót.
- Az egyensúlyt nem befolyásolja
- Kis mennyiségben is hatékony,  
mert a reakció után változatlan  
formába visszaalakul



Anyagok: fehérje, bonyolult há-  
romdimenziós szerkezet (har-  
madlagos, negyedleges)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

16

## Alkoholos italok gyártása

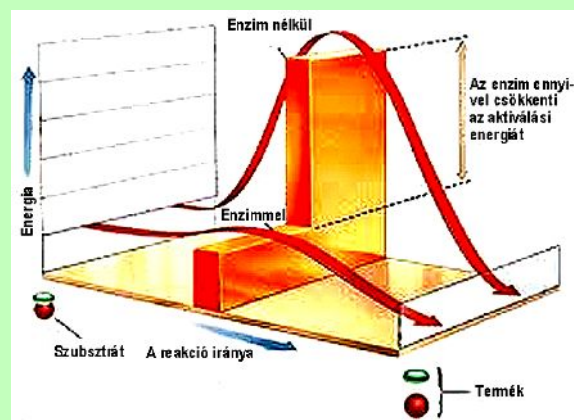
Mib l – Mit – Hogyan  
gyártanak?

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

14



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

17

## Alkoholos italok gyártása

Kell tehát erjeszthet cukor.

A glükózt, fruktózt és szacharózt az éleszt el tudja erjesz-  
teni, 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

15

## Enzimes reakciók

(ismétlés a „Biológia alapjai”-ból)

A reakció általános leírása:



Fogalmak:

Subsztrát (S): a reakcióban átalakuló molekula.

Termék (P): a reakcióban keletkez molekula.

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

Köt hely, aktív centrum: az enzim felületének az a része,  
ahol a subsztrát megköt dik, illetve átalakul.

Egy enzim csak egyféle típusú reakciót katalizál.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

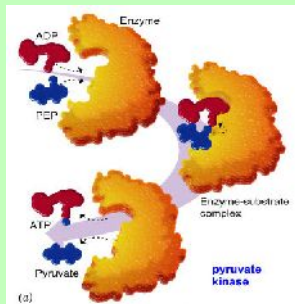
18

## Enzimes reakciók 2.

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

(KULCS - ZÁR)

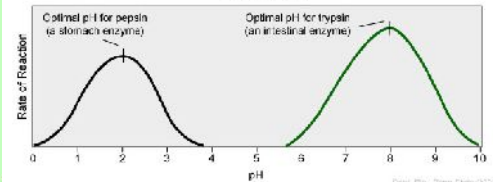
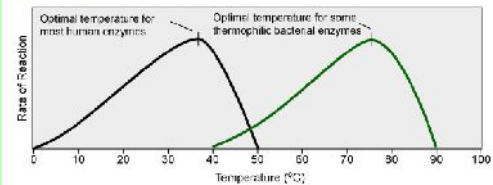
Az enzim felületét az aminosav oldalláncok adják egy aminosav eltérés is elronthatja.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

19

## Optimal Temperature and pH

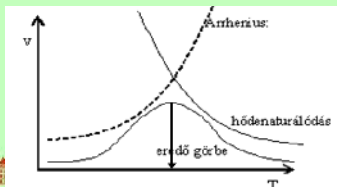


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

22

## 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.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

20

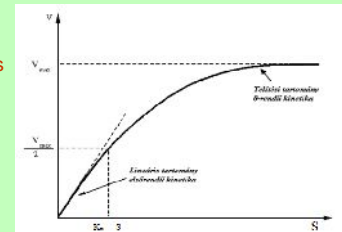
## A szubsztrátkoncentráció hatása

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

De van ennek egy felső határa telítés

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

Michaelis-Menten egyenlet



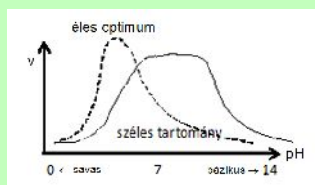
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

23

## 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 is (denaturálódik) a fehérje, nulla a reakciósebesség.

Van egy optimális pH érték/tartomány.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

21

## A szubsztrátkoncentráció hatása

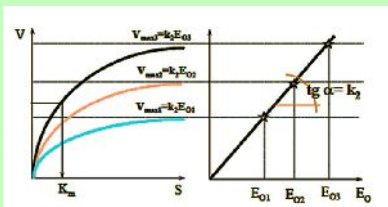


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

### Enzim koncentráció hatása

Lineáris kapcsolat  $v$  és  $E$  között  
 Ha nagy szubsztrátkoncentrációnál mérjük a reakciósebességet, akkor a maximális reakciósebesség ( $v_{max}$ ) arányos lesz az enzimkoncentrációval:

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



### Kompetitív inhibitorok

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

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 bekötni az enzim aktív centrumába, de a reakció nem játszódik le. Lehet: - reverzibilis, - irreverzibilis

### ENZIMMODULÁTOROK

Az enzim reakció sebességét befolyásoló kémiai anyagok. Lehetnek:

Inhibitorok: reakciósebességet csökkentő, gátló anyagok  
Aktivátorok: reakciósebességet növelő anyagok

Az inhibitorok hatásmechanizmusa eltérő lehet:

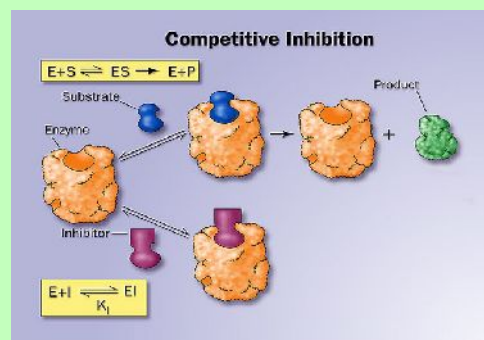


← nem kompetitív inhibitor (az enzim felületén máshol kötődik)

← kompetitív inhibitor (a szubsztrát helyére kötődik)



### Kompetitív inhibitorok

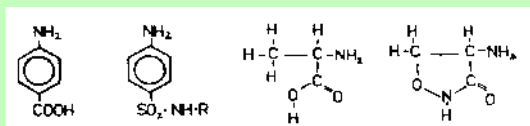


### Kompetíció



### Kompetitív inhibitorok

A gyógyszerek nagy része kompetitív inhibitorokként hat:



p-amino- benzoésav (metabolit)	szulfonamid (gyógyszer)	alanin (metabolit)	ciklozerin (gyógyszer)
--------------------------------------	----------------------------	-----------------------	---------------------------

## Nem-kompetitív inhibíció

Az inhibitor molekula nem hasonlít a szubsztrátra, és nem az aktív centrumba kötődik. Az enzim felületén valahol más-hol kapcsolódik, de ezzel nem befolyásolja a szubsztrát be-kötődését. Létrejöhét ESI hármás 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 le-áll.

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

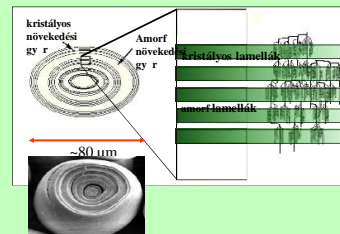


## A keményít szerkezete

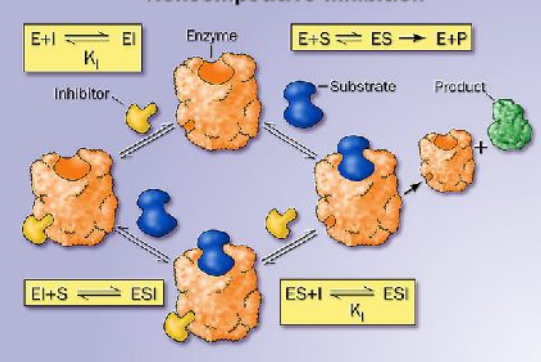
A keményít sz I cukor(=glükóz) molekulákból álló polimer. Két frakciója a lineáris amilóz és az elágazó, fűrtös szerkezet amilopektin.

Egy keményít szemcsén belül rendezett (kristályos) és rendezetlen (amorf) rétegek váltakoznak.

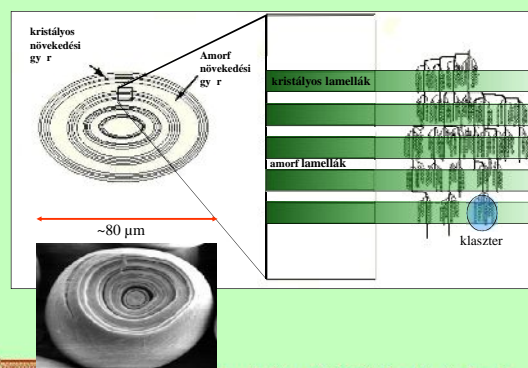
A keményít t bontó enzimek az amilázok.



## Noncompetitive Inhibition



## A keményít szerkezete



## 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?



## AMILÁZOK

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

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

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

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



