

BIOMÉRNÖKI MŰVELETEK ÉS FOLYAMATOK és labor

Előadás: 4+0+0 v (5 kredit) labor (következő félév): 0+0+3 f (3 kredit)

Záróvizsga: mindenkinek

1. Bevezetés: Történet. A biotechnológiai iparok, termékek.
2. Enzimmérnöki ismeretek
Az enzim hatás alapjai, enzimek szerkezete, tulajdonságai, csoportjai.
Homogén fázisú enzim reakciók
Heterogén fázisú enzimes reakciók.
3. Enzimes és mikrobiális biokonverziók (alapfolyamatok)
4. Fermentációs folyamatok és műveletek
A mikroba növekedés kinetikai leírása (ferm. Rendszerek matematikai modellezésének alapjai)
A mikroba növekedéshez és termeléshez szükséges tápanyagok,
Anyagátadási műveletek (oxigén)
Sterilizáció
Reaktorok

(5. Biotermékek izolálása: külön tantárgy 2 szakirányon! A többieknek választható)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

ÍRÁSBELI VIZSGA

Felkészülés: érdekes/célszerű előadásra járni

Diasorok (folyamatosan frissül):

<http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/mezgaz/bim/BIM%20BSc%20el%5ad%e1sok/>

Digitális jegyzet: Biomérnöki műveletek és folyamatok

http://www.interkonyv.hu/index.php?page=konyvek&series_id=42

Kosárba, regisztráció, vásárlás (0 forint)

Több, mint a kinyomtatott .pdf, animációk, interaktív

Sevella Béla: Biomérnöki műveletek példatár
(jegyzet 65031, Műegyetemi Kiadó, 2001.)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



Nem kell az egész tankönyvet megtanulni!

BSC-N NEM KELL TUDNI AZ ALÁBB KIJELÖLT
ALFEJEZETEKET

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS. A BIOMÉRNÖK ÉS A

BIOTECHNOLÓGIA

1.1. A biotechnológia vázlatos története

1.2. A biotechnológiai eljárások jellemzői

2. ENZIMMÉRNÖKI ALAPISMERETEK

2.1. Az enzimek működésének alapjai

2.2. Az enzimek tulajdonságai, nevezéktanuk

2.3. Egyszerű enzimes reakciók kinetikai leírása

2.4. Enzimmoduláció, bevezetés, áttekintés

2.5. Többszubsztrátos reakciók

2.6. Egyéb hatások az enzimek aktivitására

2.7. Heterogén fázisú enzimes reakciók viselkedése

a 2.52 EGYENLETTŐL KEZDVE A KINETIKA NEM KELL.

2.8. Az enzimek alkalmazási területei és néhány

enzimtechnológiai alapfogalom

2.9. Allosztérikus enzimek

2.10. Transzportfolyamatok kinetikája



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

3

Mi az a biotechnológia?

A biotechnológia a biokémia, mikrobiológia és a mérnöki tudományok integrált alkalmazása mikroorganizmusok, állati és növényi sejtek/szövetek vagy ezek részeinek (pl. enzimeinek) technológiai felhasználása céljából.

Biotechnologies are commercial techniques, that use living organisms or substances from those organisms, to make or modify a product, including techniques used for the improvement of the characteristics of economically important plants and animals and for the development of microorganisms to act on environment (Congress of the USA, 1984)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

4



Biotechnológia (EREKLY Károly, 1917) = minden munka, amellyel alapanyagokból termékeket állítunk elő élő organizmusok segítségével."

Erekly Károly

(Esztergom, 1878. okt. 20. - Vác, 1952.); politikus, miniszter, gépészmérnök, közgazdasági szakember. Tanulmányait a Műegyetemen végezte, 1905-től az egy. adjunktusa. 1911-ben megalapította az állatétkeztető egyesületet, 1912-ben pedig a nagytétényi sertéshizlaldát. Részt vett a Csilléry-Friedrich-féle ellenforradalmi csoport szervezkedésében. A Friedrich-kormányban 1919. aug. 27-től 1919. nov. 24-ig közlelmzési miniszter. A Nemzetgyűlésbe a Keresztény Nemzeti Egyesülés Pártja programjával került be, az 1922-i választásokon megbukott és visszavonult a politikai élettől. Elnöke volt a Magyar Gyorsírók és Gyorsírás Barátai Budai Egyesületének. (Bp., 1916).
Forrás: Életrajzi lexikon



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

EFB General Assembly, 1989

Biotechnology is the integration of natural sciences and engineering in order to achieve the application of organisms, cells, parts thereof and molecular analogues for products and services.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

OECD statistical def. Of biotechnology (2005) **The application of science and technology to living organisms, as well as parts, products and models thereof, to alter living or non-living materials for the production of knowledge, goods and services.**

A listaalapú def: **The list-based definition**
 A következő, biotechnológiai technikákat felsoroló listát mint magyarázó útjelzést kell tekinteni az egyszerű definícióhoz. Ez nem teljes lista és időről időre nyilván változik illetve bővül, módosul, amint a biotechnológiai technikák, metodikák fejlődnek.

DNS/RNS: Genomika proteomika... "omikák", genetic engineering, DNS/RNS sequencing/synthesis/amplification, gene expression profiling, and use of antisense technology.

Proteinek és más molekulák: Sequencing/synthesis/engineering of proteins and peptides (including large molecule hormones); improved delivery methods for large molecule drugs; proteomics, protein isolation and purification, signaling, identification of cell receptors.

Cell and tissue culture and engineering: Cell/tissue culture, tissue engineering (including biomedical engineering), cellular fusion, vaccine/immune stimulants, embryo manipulation.

Process biotechnology techniques: Fermentation using bioreactors, bioleaching, biopulping, bioleaching, biodesulphurisation, bioremediation, biofiltration and phytoremediation.

Gene and RNA vectors: Gene therapy, viral vectors.

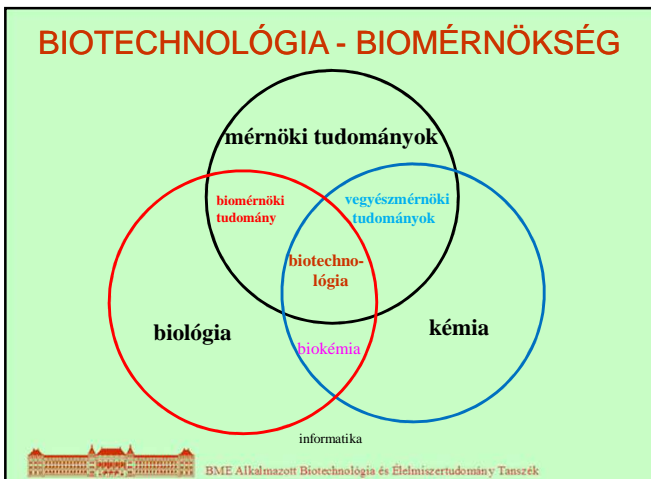
Bioinformatics: Construction of databases on genomes, protein sequences; modelling complex biological processes, including systems biology.

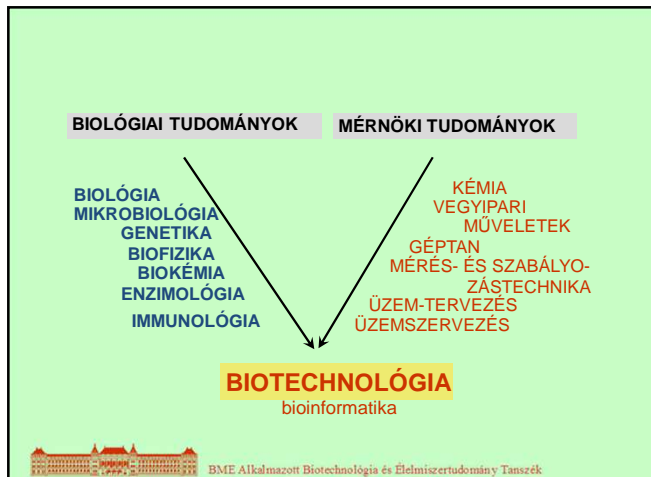
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

A biotechnológia „színei”

Piros: egészség, orvosi, diagnosztika
Sárga: (élelmiszer és táplálkozás)
Kék: vízkultúrák, tengeri biotech
Fehér: Bióipar
Arany: bioinformatika, nanobiotechnológia
Zöld: mezőgazdaság, (élelmiszer és táplálkozás)
környezet: biózemanyag, biotrágya, bioremedáció, szennyvíztisztítás, geomikrobiológia
Barna: száraz, sivatagi
Fekete: bioterrorizmus, biofegyver...
Bíbor: szabadalom, publikálás, újítás...
Szürke: klasszikus fermentáció és biofolyamat technológia

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 8





כ ויחל נח, איש האדמה; ויטע, קרם.
כא וישת מן-היין, וישקר; וינגל, בתוך אהלה.
(Genesis 9,20-21.)

20. And *Noah* began to be a husbandman, and he planted vineyard
21. And he drank of vine, and was drunken and he was uncovered within his tent

20. és *Noé* megházasodott és szőlőt ültetett,
21. és ivék a borból és lerészegedék és meztelen vala sátrának közepén

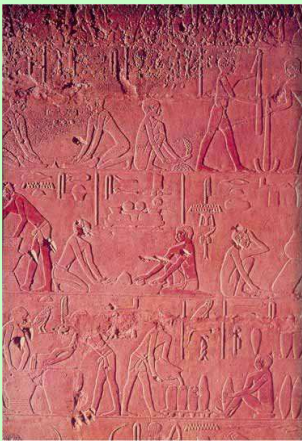
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 11

SÖRFŐZÉS ÉS SÖRÁLDÓZAT NIN-HARRA ISTENNŐNEK

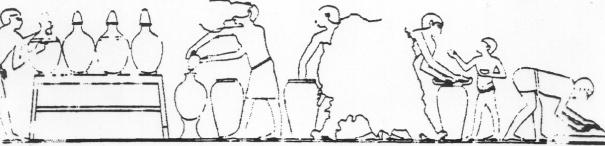
Mezopotámia: URUK, Gilgames Monument Blau
Sumérek Kr.e. 2500
Babilónia Hammurábi (Kr.e 1727-1686)
Egyiptom

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Borkészítés Babilonban

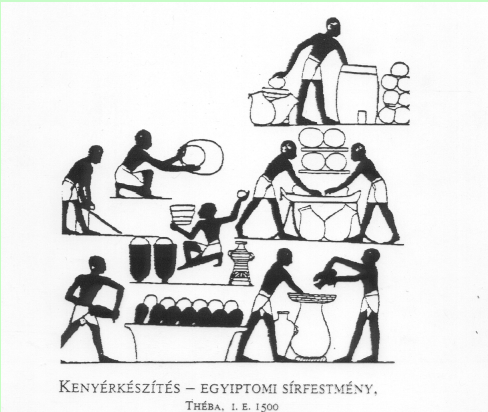


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



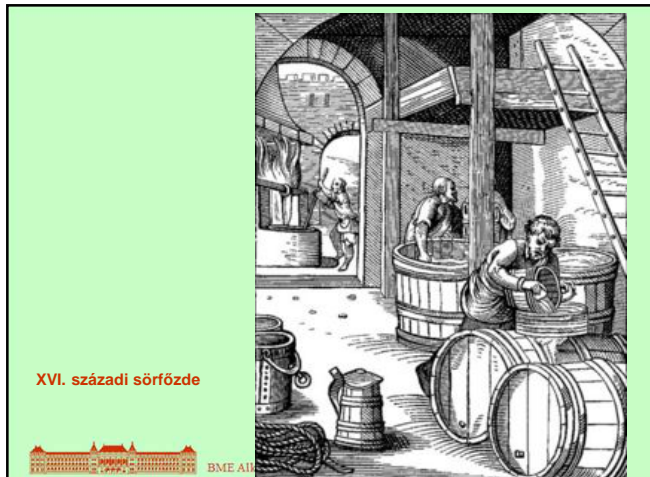
BORKÉSZÍTÉS – EGYIPTOMI SÍRFESTMÉNY. ANTEFOKER SÍRJA, THÉBA, I. E. 1900
A datolya erjesztésével nyert bort palackozzák, majd a palackokat lezárva tárolják.

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



KENYÉRKÉSZÍTÉS – EGYIPTOMI SÍRFESTMÉNY,
THÉBA, I. E. 1500

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



A BIOTECHNOLÓGIA KORSZAKAI

Ősi korszak - *nem tudatos biotechnológia*
 (élelmiszerek)

Nem steril korszak - *pre-antibiotikum éra*
 (aceton, butanol, glicerín, citromsav)

Steril korszak - *antibiotikum éra*
 (penicillin, tetraciklin,)

Modern biotechnológia - *antibiotikumok utáni korszak*
 (rekombináns fehérjék, pl. inzulin)

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 17

Fermentált élelmiszeripari termékek-1

Zöld

TERMÉK	ALAPANYAG	MIKROORGANIZMUS
alkoholos italok	szőlő alma... (gyümölcsök) maláta burgonya, gabonafélék	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
nem alkoholos élelmiszerek ecet	bor, maláta, etanol	<i>Acetobacter aceti</i> , <i>A. pasteurianum</i> , <i>A. hansenii</i> <i>Glucobacter oxydans</i>
savanyúképoszta	fejesképoszta	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> <i>Lactobacillus plantarum</i> <i>Lactobacillus brevis</i>
olívabogyó savanyú kovász	oliva rozs és búzaliszt	<i>Pediococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> <i>Lactobacillus sanfranzisko</i> <i>Lactobacillus brevis</i> , <i>L. plantarum</i> <i>L. fractivorans</i> , <i>L. fermentum</i> <i>Torulopsis holmii</i> , <i>S. cerevisiae</i> <i>Pichia stipiti</i> , <i>Candida crustei</i>
sütőipari termékekliszt	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
élvezeti termékek kakaó	kakaóbab	élesztők, tejsavas baktériumok, ecetsavas baktériumok, bacillusok
kávé	kávébab	<i>Enterobacter</i> , tejsavbaktériumok, élesztők (endogén szimbióták)
tea, dohány		<i>Pediococcus</i> sp.
szójaszósz	nrs. liszt, szója	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Torulopsis</i> sp., <i>Zygosaccharomyces rouxii</i>

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

glükonsav

$$\begin{array}{c}
 \text{COOH} \\
 | \\
 \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\
 | \\
 \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\
 | \\
 \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\
 | \\
 \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\
 | \\
 \text{CH}_2-\text{OH}
 \end{array}$$

tejsav

$$\begin{array}{c}
 \text{COOH} \\
 | \\
 \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\
 | \\
 \text{CH}_3
 \end{array}$$

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

$$\begin{array}{l}
 \text{COO}^- - (\text{CH}_2)_2 - \overset{\text{H}}{\underset{\text{NH}_3^+}{\text{C}}} - \text{COO}^- \quad \text{L-Glu} \\
 \text{H}_3\text{N}^+ - (\text{CH}_2)_4 - \overset{\text{H}}{\underset{\text{NH}_3^+}{\text{C}}} - \text{COO}^- \quad \text{L-Lys} \\
 \text{CH}_3 - \text{S} - (\text{CH}_2)_2 - \overset{\text{H}}{\underset{\text{NH}_3^+}{\text{C}}} - \text{COO}^- \quad \text{L-Met} \\
 | \\
 \text{Indol-3-CH}_2 - \text{CH} - \text{COO}^- \quad \text{L-Trp}
 \end{array}$$

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

BIOTECHNOLÓGIAI TERMÉKEK AZ ÉLELMISZERIPARBAN-2

Zöld

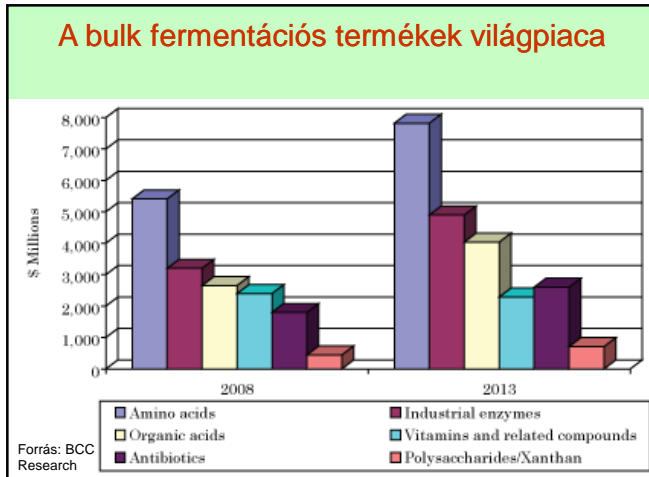
gélesítő anyagok

alginát	E400	gagylal, puding, habok	<i>Acetobacter vinelandii</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
kantán	E415	italok, túlszemeszt, sajt, krémsajt, puding, dressings, emulzálószerek	<i>Xanthomonas campestris</i>
pektin	E440	zselésítő, joghurt, sajtmajonéz	alma, citrusfélék

enzimek

glükóz izomeráz	fruktóz szirup, izocukor	<i>Arthro bacter sp., B. coagulans</i>
β-glukanáz	lészűrés	<i>B. subtilis, A. niger...</i>
β-glukozidáz	tejcukor éltávolítás	<i>Trichoderma reesei</i>
α-amiláz	keményítőbontás	<i>A. oryzae, Kluyveromyces fragilis</i>
glukomiláz	nyomóanyagok szűrés, borkészítés	<i>B. licheniformis, A. niger</i>
pektináz	zselésítő készítés, borkészítés	<i>A. niger, Rhizopus oryzae</i>
kataláz	H ₂ O ₂ felesleg eltávolítás pl. tejből	<i>Penicillium simplicissimum</i>
glükózoxidáz	O ₂ eltávolítás konzervekből	<i>Micrococcus lysodeikticus</i>
rennin	tejavasítás	<i>A. niger</i>
proteázok	tejavasítás, sajttisztítás, tisztítás, húsipar	<i>Borjagyómor, Bacillus spp., Bacillus cereus, B. subtilis, B. licheniformis, A. oryzae</i>
lipázok	sajttisztítás, fehérjék zsírtartalmának csökkentése, zsírsavak, zsírok és olajok előteremtése	<i>Candida lipolytica, Aspergillus niger</i>
antocián	borsok színtelenítése	<i>Mucor javanicus</i>
lyozim	késői sajtfehérítés	nyersajt
	megakadályozza	tej

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



A bulk fermentációs termékek világpiaca

Az összes fermentációs bulk termék világpiaca 2008-ben 15,9 milliárd USD volt, 2013-ra ez 22,4 milliárd USD-ra emelkedett, átlagos növekedési ráta 7,0 %/év.

Az aminosavak piaca a legnagyobb falat, 2008-ban 5,4 milliárd USD-t generálva. Ez az összeg 2013-ra 7,8 milliárd USD-ra növekszik, ami 7,6 %/év átlagos növekedési rátát jelent.

Az ipari enzimek felhasználása áll a második helyen, a piaci növekedés 8,9%/év, 3,2 milliárd USD-ról ~4,9 milliárd USD-ra 2013-ig.

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 35

A modern fermentációs ipar palettája

SEJTTÖMEGTERMELÉS
 péklesztő, SCP

SEJTKOMPONENSEK ELŐÁLLÍTÁSA
 intracelluláris enzimek, nukleinsavak, poliszacharidok, rDNS termékek...

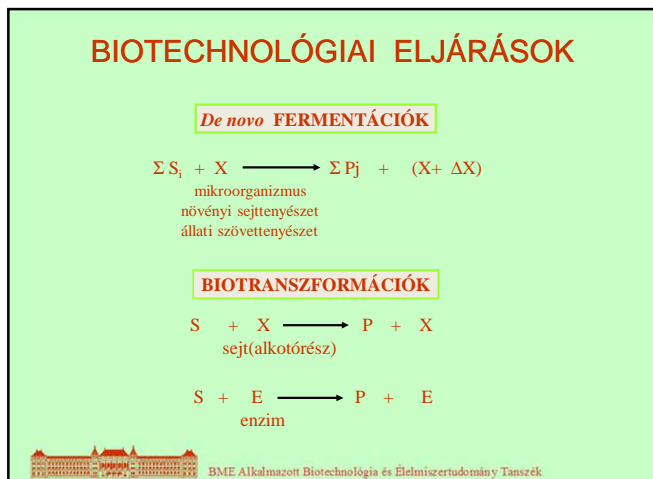
METABOLITTERMELÉS
 primer metabolitok: etanol, tejsav...
 szekunder metabolitok: antibiotikumok

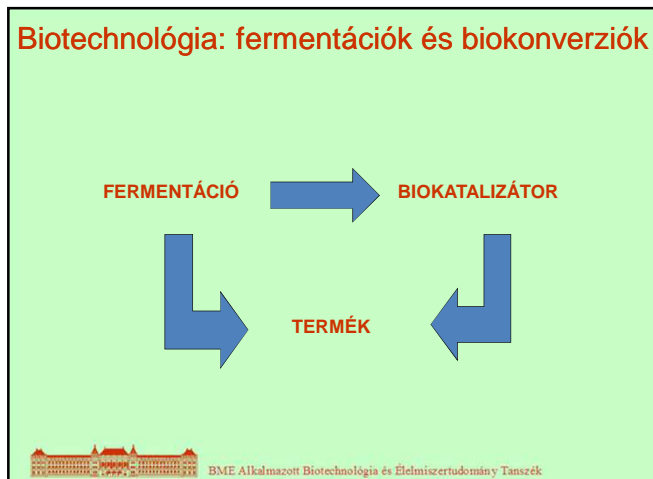
EGYSZERŰ SZUBSZTRÁT KONVERZIÓ:
 glükóz → fruktóz
 penicillin → 6-NH₂-penicillánsav

MULTISZUBSZTRÁT-KONVERZIÓ:
 biológiai szennyvíztisztítás

BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék 36







Hol használjuk biotechnológiai eljárást?

KOMPLEX MOLEKULÁK FELÉPÍTÉSEKOR, AMIKORIS NINCS MÁS ALTERNATÍVA: ANTIBIOTIKUMOK, FEHÉRJÉK, MONOKLONÁLIS ANTITESTEK ELŐÁLLÍTÁSA

IZOMEREK EGYIKÉNEK EXKLUZÍV ELŐÁLLÍTÁSAKOR (pLD, L.....)

AMIKOR A TENYÉSZET KÉPES TÖBB(SOK) KONSZEKUTÍV REAKCIÓ VÉGREHAJTÁSÁRA

AMIKOR A SEJTEK(ENZIMEK) NAGYOBB HOZAMMAL ALAKÍTANAK ÁT.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Bio-eljárások előnyei a konvencionális kémiai módszerekkel szemben

↳ ENYHE REAKCIÓKÖRÜLMÉNYEK (pH, nyomás, hőmérséklet...)

↳ MEGÚJULÓ ALAPANYAGOK FELHASZNÁLHATÓSÁGA (mind a C-váz mind az energia forrás tekintetében): CUKOR←KEMÉNYÍTŐ, CUKOR←CELLULÓZ

↳ TÖBBSZÖR ÉS NAGY MENNYISÉGBEN HOZZÁFÉRHETŐ ALAPANYAGOK (cukrok, ásványi sók)

↳ KEVÉSBÉ VESZÉLYES REAKCIÓKÖRÜLMÉNYEK ÉS KISEBB KÖRNYEZETI ÁRTALOM

↳ BIOKATALIZÁTOR (SEJT, ENZIM) NAGYOBB SPECIFIKUSSÁGA (szubsztrát-, csoport-, régió-, sztereo-specifikusság)

& KEVÉSBÉ KOMPLEX KÉSZÜLÉKEK: KISEBB BERUHÁZÁSI KÖLTSÉG. Sokoldalú, többcélú készülékpark

↳ NAGYOBB HOZAM, RENDSZERINT KISEBB ENERGIA IGÉNY

↳ DNS TECHNOLÓGIÁK BELÁTHATATLAN LEHETŐSÉGEI (IDEGEN FEHÉRJÉK, BIOKATALIZÁTOR TERVEZÉS...)



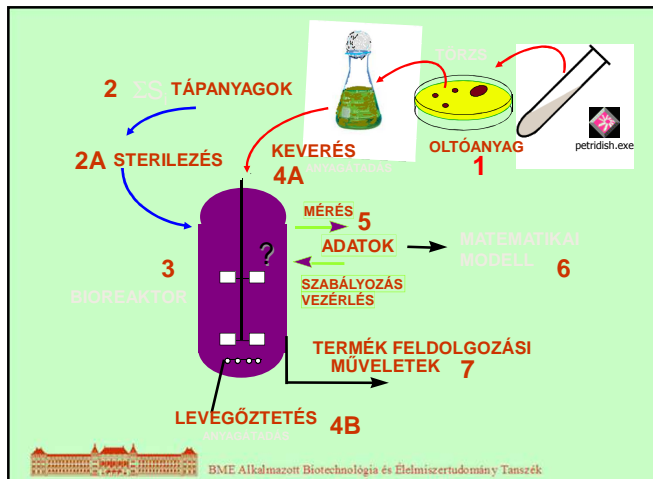
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

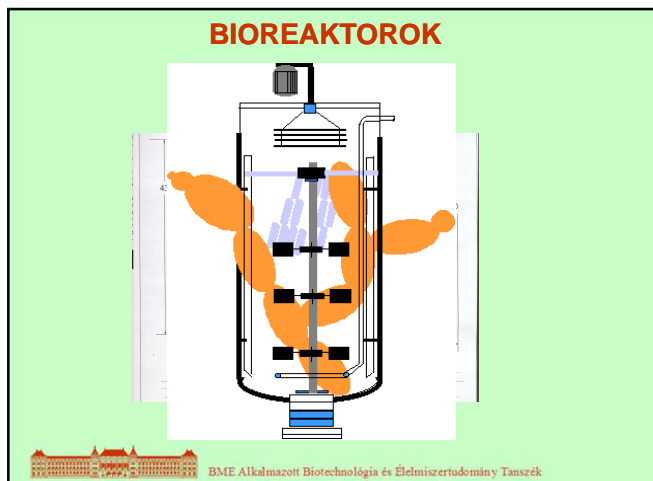
Bio-eljárások lehetséges hátrányai

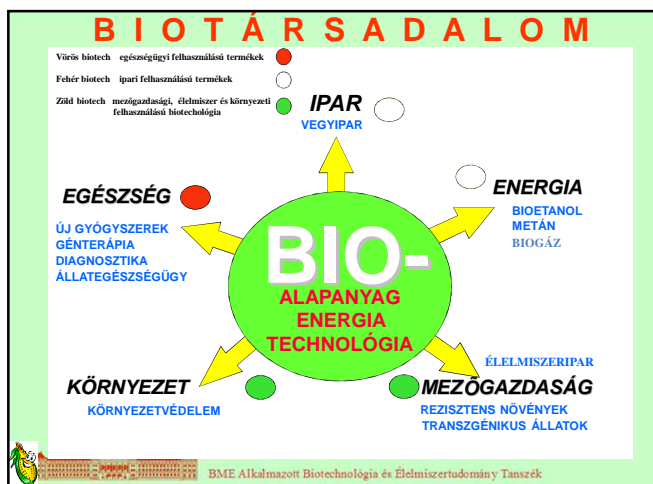
- ⊗ Ma sokszor még a fosszilis alapanyagokon alapuló kémiai eljárások produktivitása és gazdasági eredményessége felülmúlja a bioeljárásokéit (fehér biotechnológia elterjedésének gátja)
- ⊗ A bonyolult szerkezetű termékek, amelyek rendszerint híg oldatokban vannak jelen, kinyerése és tisztítása bonyolult és drága.
- ⊗ Nagy mennyiségű és nagy BOD tartalmú szennyvíz keletkezik, amely azonban általában könnyen tisztítható.
- ⊗ Fertőződés veszély idegen (mikro)organizmusok által: idegen mikrobák, vírusok.
- ⊗ Fertőzés veszély. Szigorú előírásokat kell betartani a biológiai biztonság garantálására (kontéinment szempontok betartása). Különös szigorúság az GMO-k felhasználása esetében.
- ⊗ Kétoldali változékonyság. Megújuló alapanyagok és természetes eredetű kiegészítők (melasz, kukoricafehérje, élesztőkivonat, stb) minősége és a felhasznált organizmusok tekintetében (mikroba reverzió, sejtvonal-degenerálódás, stb)
- ⊗ Társadalmi idegenkedés, elutasítás a mikroorganizmusokkal és különösen a genetikai manipulációval kapcsolatban.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék








Microorganism is always right
 your friend
 a sensitive partner.
 There are no stupid microorganisms.

Microorganisms can do anything
 will do anything

Microorganisms are smarter
 wiser
 more energetic
 than chemists, engineers, etc.

If you take care of your (microbial) friends they will take care of your
 future/income (and you will live happily everafter).
 (PERLMAN)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Háziasítottuk a mikroorganizmusokat!

..... tulajdonképpen
 ki is dolgozik kinek???



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

