

REKOMBINÁNS FEHÉRJÉK GYÁRTÁSA – I

A rekombináns fehérjék gyártásának kifejtése:

I. A törzs kialakítása

- 1) A molekula megismerése (aminosavsorrend, szénhidrátok)
Glikozilálás
- 2) Megfelelő analitika kidolgozása
- 3) Döntés a gazdaszervezetről és a vektorról
- 4) Kodonoptimalizálás
- 5) A génszerelvény összeállítása (promóterek, operátorok, célgén, kísérő fehérjék, terminátor)
- 6) Klónozás, expresszió, szelekció – RCB létrehozása

II. Technológia kialakítása

- 1) Upstream optimalizálás (fermentációs körülmények)
- 2) Downstream optimalizálás (végtermék izolálása)



1. A fehérje molekula megismerése

- Az aminosav sorrend elemzés (MS – MS)
- A glikozilációs mintázat elemzése (MS – MS)
- A másodlagos/harmadlagos szerkezet felderítése (legalább a diszulfid hidak), (Röntgen-kristallográfia)
- Domén-szerkezet, természetes érési/aktiválási útvonal
- Aktiváló/inaktiváló hatások, bomlékonyság



2. Analitikai módszerek kidolgozása

- Az analitika a „szemünk”, amivel követhetjük a fejlesztés minden lépését
- Ha nincs jó analitika az elején, akkor később derülnek ki a hibák – buktuk az egész addigi munkát.

Lehet:

- Szerkezeti: - enzimmel célzottan feldaraboljuk a fehérjét és a kis peptidokat HPLC-vel vizsgáljuk
 - MS-MS
- Aktivitási: immunanalitikák



Példa: inzulin analitika

A rekombináns inzulin azonosítása (azonos-e mindenben a húmánnal):

Kémiai analízis: HPLC

- egészben
- enzimesen (V8 proteáz) ötfelé hasítva (fingerprinting)
- aminosav-analízis (teljes hidrolízis után)

Biológiai hatás: - vércukorszint csökkenés nyúlban (lassú, drága)

Immunanalízis: - reakció specifikus ellenanyagokkal



3. A gazdaszervezet kiválasztása

Lehet:





















- Prokariótákkal (baktériumokkal)
 - Könnyen, gyorsan szaporíthatók, olcsó táptalaj, de:
 - a termék sokszor intracelluláris (zárványtest), és nincs poszttranszlációs modifikáció (glikozilálás, metilezés)
- Élesztőkkel
 - Gyors szaporodás, jó hozam, olcsó táptalaj, de:
 - eltérő glikozilációs mintázat, nem mindig aktív a termék
- állati sejttenyészettel
 - Lassú szaporodás, drága tápoldat, kényes fermentáció, kisebb koncentráció, de:
 - termék biztosan biológiailag aktív.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

3. Gazdaszervezetek összehasonlítása

| | Alacsony | → | | | Magas |
|---|---|---|--|--|-------|
| Előállítás sebessége |  MAMMALIAN |  BEVS/INSECT CELL |  YEAST |  BACTERIA | |
| Techn. költsége |  BACTERIA |  YEAST |  BEVS/INSECT CELL |  MAMMALIAN | |
| Tipikus hozam |  MAMMALIAN |  BEVS/INSECT CELL |  BACTERIA |  YEAST | |
| Post transl. módosítás |  BACTERIA |  YEAST |  BEVS/INSECT CELL |  MAMMALIAN | |
| Hatóság által már jóváhagyott technológiák |  BEVS/INSECT CELL |  YEAST |  BACTERIA |  MAMMALIAN | |



BEVS - Baculovirus Expression Vector System
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6

3. Gazdaszervezetek összehasonlítása

Minél komplexebb a célfehérje, annál fejlettebb gazdasejtet kell választani.



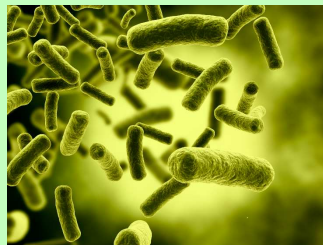
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

7

3. A gazdaszervezet kiválasztása

A jelenleg jóváhagyott technológiák 95%-a ezt a három gazdaszervezetet használja:

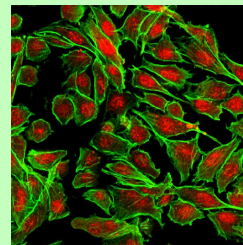
E. coli



S. cerevisiae



Chinese Hamster Ovary (CHO)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

8

3/1 Glikozilálás

Az eukarióta szervezetek különböző szénhidrát-mintázatokat hoznak létre:

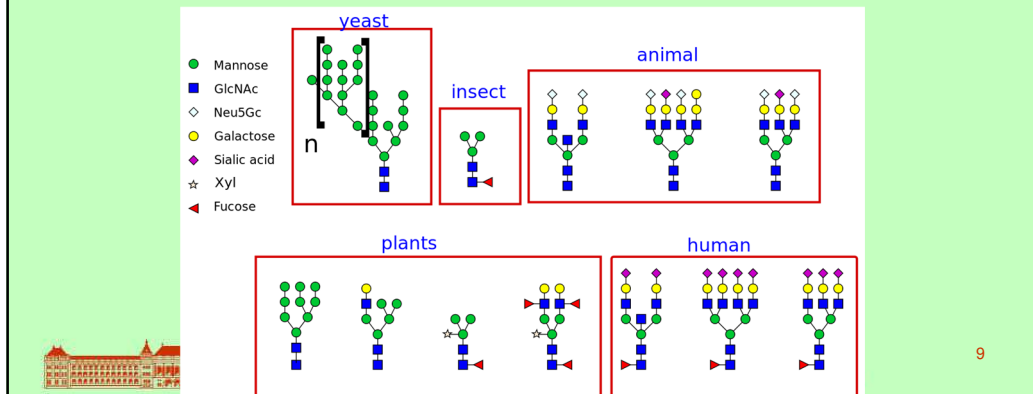
Baktériumok: nincs

Élesztők: sok mannóz egység

Rovarak: rövid, fukozilált

Emlős sejtek: komplex „kétágú”

Növényi sejtek: fukozilált és xilozilált



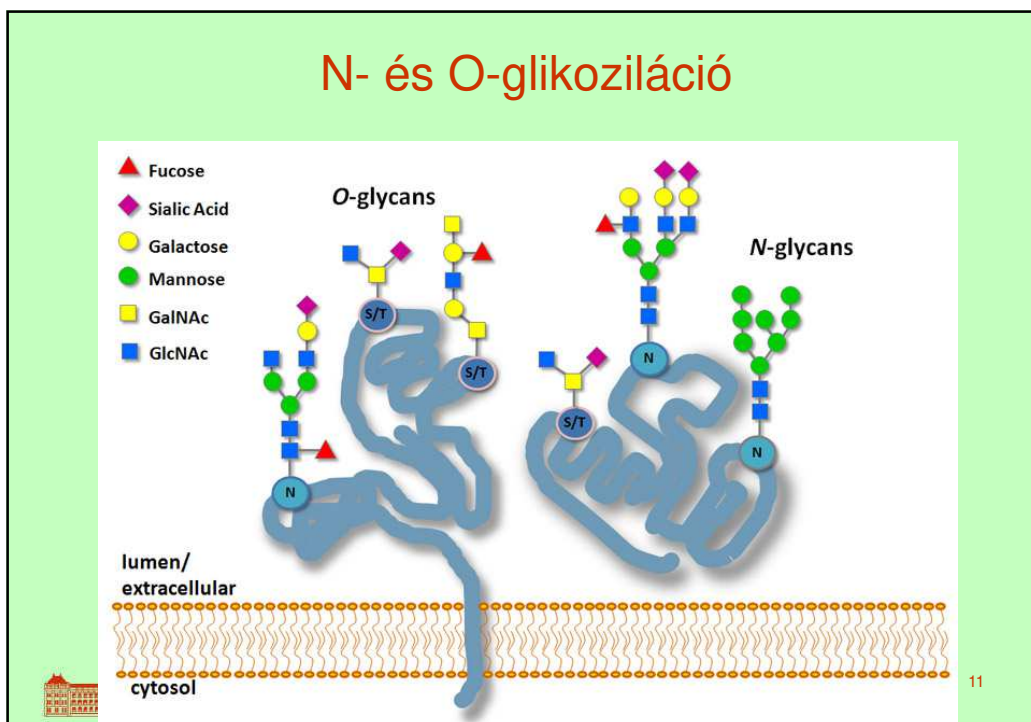
A glikozilálás típusai

A cukorrészek az aminosav lánc elkészülte után kerülnek rá a molekulára. Ez csak bizonyos funkciós csoporttal rendelkező aminosavakon lehetséges:

- N-glikozilálás → az Asn-X-Ser/Thr/Cys aminosav-hármas nitrogénjén, ahol X bármely aminosav lehet.
- O-glikozilálás → Ser vagy Thr-on.

A két glikozilálás más biokémiai mechanizmussal történik, más helyen a sejten belül.






N-glikozilálás

A fehérjékben előforduló Asn-X-Ser/Thr egységeknek mintegy kétharmad részéhez kapcsolódik cukorrész. A továbbiak sztérikus okok vagy az X aminosav savas jellege miatt fedetlenek maradnak.

A fehérjék szénhidrát részeik kialakulása során hosszú utat tesznek meg a sejtben belül. A riboszómáról az ER lumenjébe kerülnek, onnan transzport vezikulákban végig haladnak a Golgi komplex cisz-, médium- és transz rétegein és csak ezután kerülnek a felhasználási helyükre. Az útvonal minden állomásán lokalizált enzimek végeznek egy-egy átalakítást az oligoszacharidokon.

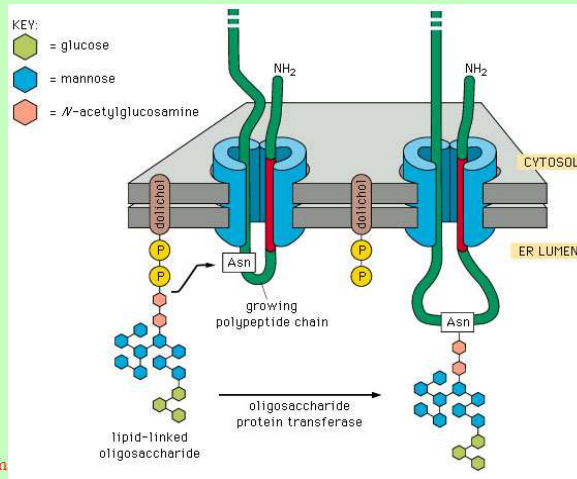


12

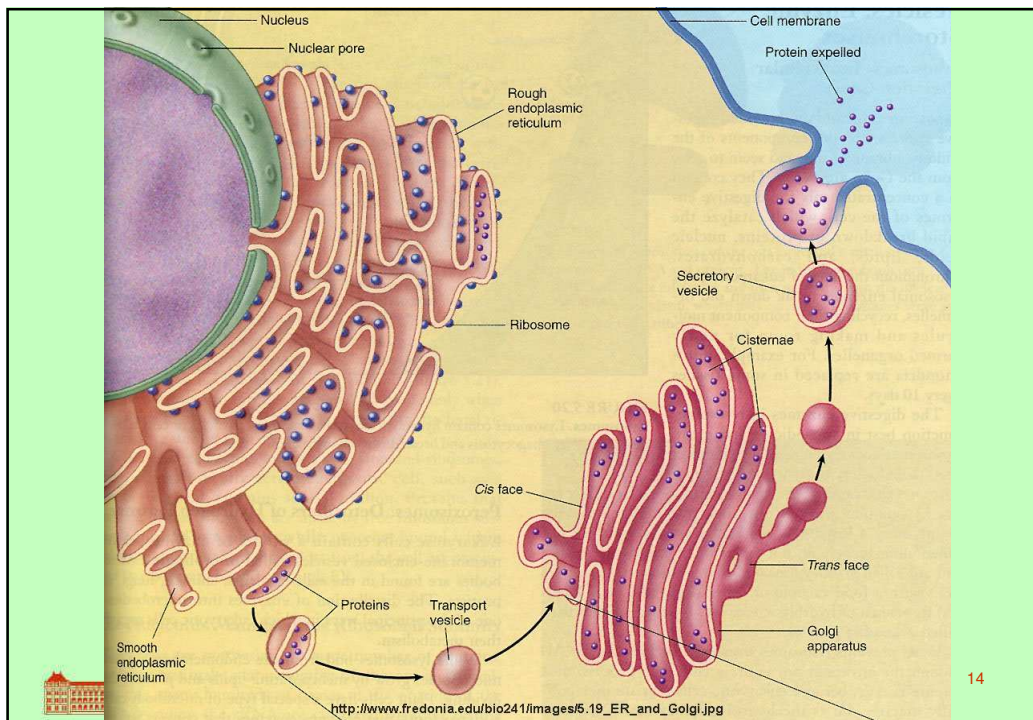
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

Az N-glikozilálási lépés

Maga a glikozilálás az endoplazmás retikulum membránjának belső oldalán történik, ott, ahol a membrán felületén kötött riboszóma egy transzlokonon keresztül „betolja” a fehérjeláncot a lumen térbe. A megfelelő aminosavhármas felbukkanása esetén egy OST = oligoszacharil-transzferáz enzim helyezi át a 14-oligoszacharidot a dolicholról a fehérjére.



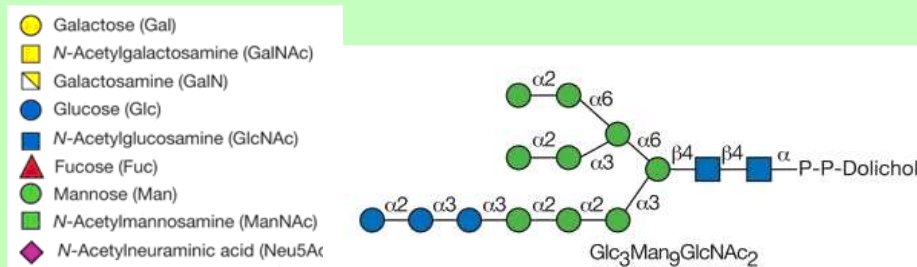
BME Alkalm



14

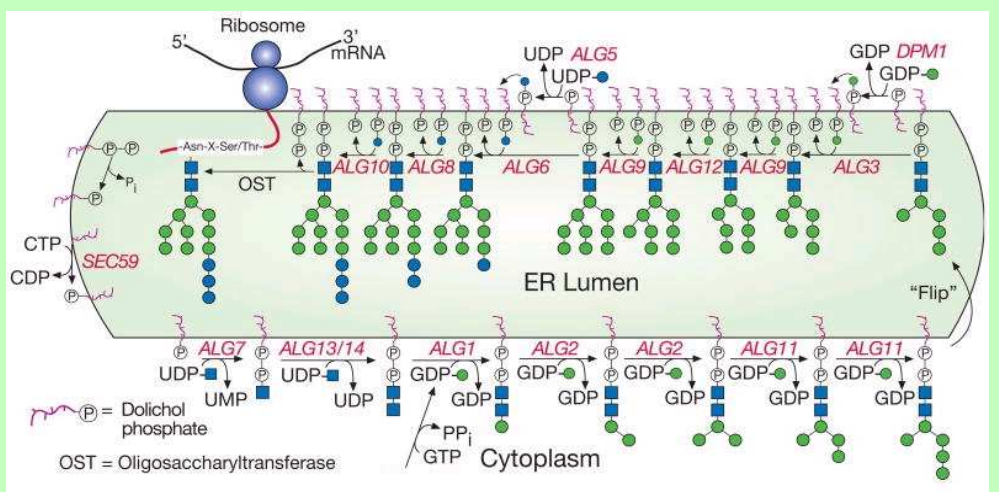
N-glikozilálás

Az N-glikozilálás során először egy 14 cukoregységből álló szerkezet alakul ki, az ER membránjába horgonyozott dolichol (19 tagú poli-izoprénil pirofoszfát) templáton. Ez tevődik át a fehérjére és soklépéses érési folyamat eredményeképpen jön létre a végső, komplex forma.



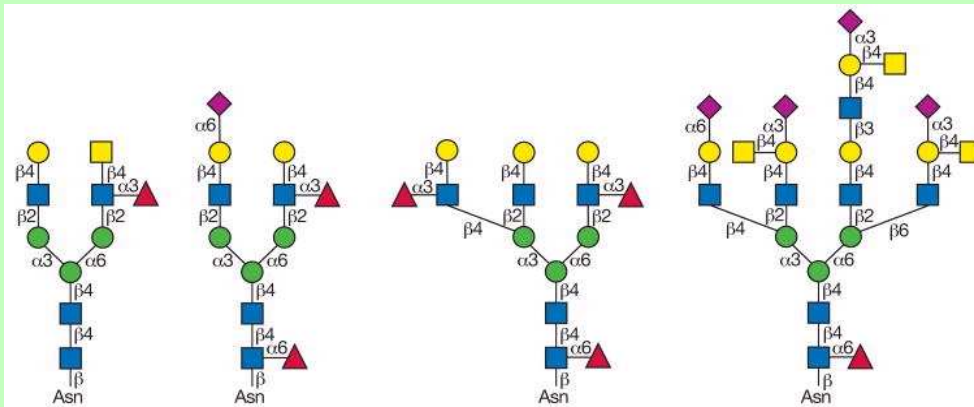
A 14-oligoszacharid bioszintézise

Az első hét egység beépülése az ER külső felületén történik, aztán „befordul” a lumenbe és ott folytatódik.



Reakciók a Golgi komplexben

A bemutatott fő szintézisút végén a galaktóz láncvégű oligoszacharidok sokféleképpen „dekorálhatók” tovább:



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

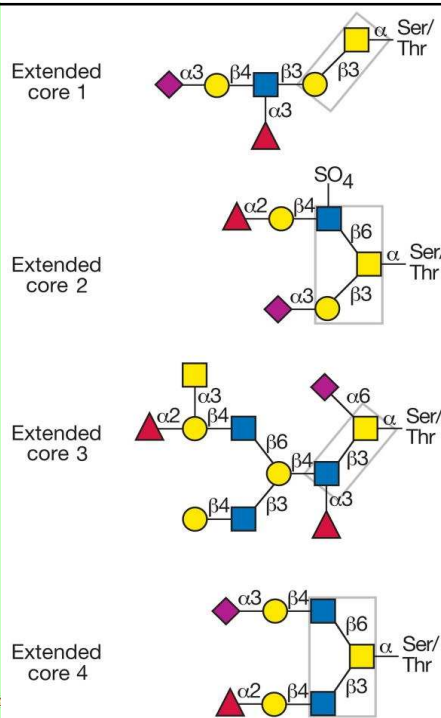
17

O-glikozilálás

Az O-glikozilálások egész más mechanizmussal mennek végbe. A kész fehérjelánc megfelelő OH csoportjára egyenként kapcsolódnak a cukrok UDP-aktivált formában. Az alap ez esetben az N-acetil-galaktózámin kötése és ehhez kapcsolódik egy galaktóz és/vagy egy N-acetil-glükózamin. Erre az elágazó triszacharidra épülhet még sokféle, változatos felépítésű cukor.

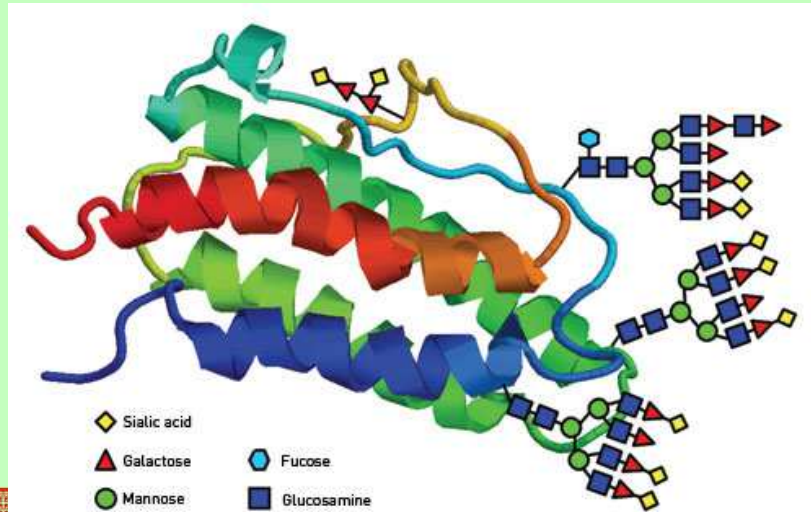


BME Alkalmazott Biotech



Példa: az EPO harmadlagos szerkezete

... 4 antiparalel lefutású α -hélixből áll:



19

EPO izoformák

Az EPO molekulák maximálisan 14 sziálsavat tartalmazhatnak. Ezek száma szerint többféle izoformát különböztethetünk meg:

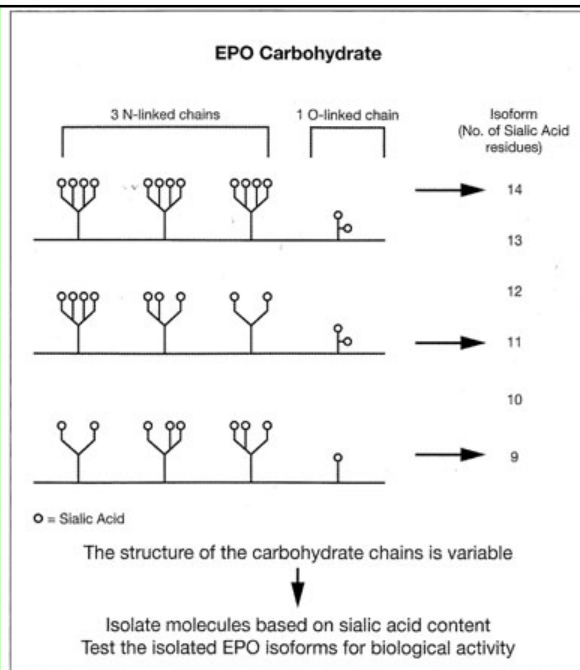


Figure 1: Schematic of EPO Carbohydrate Structure and EPO Isoform Designation. EPO = erythropoietin.



BME Alkalma:

EPO izoformák

A különböző EPO izoformák hatékonysága (a hematokrit növekedése) arányos a szilánsvak számával.

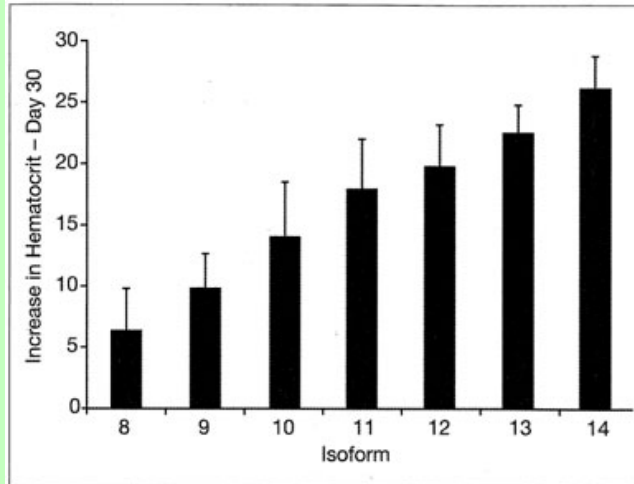


Figure 2: In Vivo Efficacy of Isolated EPO Isoforms—CD-1 mice (n = 20/
21



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

4. Kodon optimálás

A genetikai kód redundáns, egy aminosavat több (2,4,6) triplétt is kódol. Nem mindegy, melyiket használjuk, a szintézis sebességét befolyásolja:

- A tRNS-ek kópiaszáma és illeszkedése
- A mRNS legyen stabil és ne képezzen hurkokat
- A DNS szálak könnyű szétválasztása (G+C arány)

Ez minden gazdára más és más. Erre specializálódott cégek szoftverekkel optimálnak.



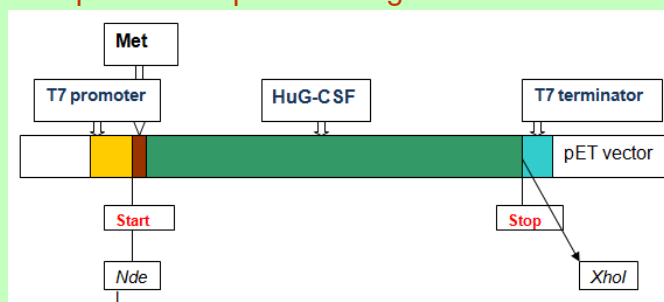
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

22

5. A konstrukció megtervezése

A célgén köré megtervezett vágási helyekkel „expressziós kazettát” építenek:

promóter-operátor-célgén-terminátor



Példa: az *Nde*I enzim vágáshelye (CA|TATG) megegyezik a metionin kódjával (ATG), a bacifehérjék első aminosavával



6. Génmanipuláció

1. Az optimált bázissorrendű DNS-t erre specializált cégekkel szintetizáltatják.
2. Kétszálúvá alakítják
3. Felszaporítják PCR-rel
4. Beépítik a kiválasztott vektorba (eukarióta host esetén ingázó vektor)
5. Génbevitel
6. Expresszió, szelekció



7. Sejtbankok

A fejlesztések, a termelések, a klinikai kezelések stabil ismételhetőségének alapja az azonos és változatlan képességű sejtek biztosítása. Ezt a sejtbankok létrehozásával oldják meg.

Egyetlen sejtől indulnak ki, minimális osztódás (néhány generáció) után kis tételekbe szétosztják a tenyészetet, majd $-180\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on tárolják.

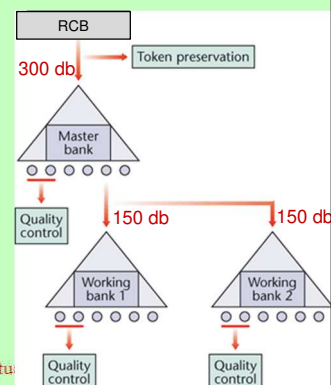
A cél: a tulajdonságok megőrzése (ne legyen mutáció, vírus- vagy plazmidfertőzés, előregedés).

Története és a vizsgálatok jól dokumentáltak legyenek.

Évente néhány ampullát újra megvizsgálják.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék



7. Sejtbankok

Research Cell Bank (RCB):

A szelekció után a legjobb vonalat (+ egy tartalék) tárolják.

Célja, hogy a következő fejlesztések mindig azonos tenyészetrel indulhassanak.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

26

7. Sejtbankok

Master Cell Bank (MCB)

Az RCB-ből indul ki, a cél azonos mint RCB-nél, de GMP-ben készített, nagyon alaposan karakterizált (GLP módszerek, több mint 50 féle vizsgálat), jól dokumentált és tárolt (GMP) tenyészet. Az engedélyekhez a dokumentációt mellékelni kell. Olyan érték, hogy több távoli helyen tárolják.

Working Cell Bank (WCB)

Az MCB-ből indul ki, célja, hogy az üzemi termeléshez mindig azonos oltóanyagot biztosítson. Ezt is ellenőrizni kell.

