

# Szűrőelemek a biotechnológiában

Készítette:

Lóka Máté

Kónya Ádám

# Szűrők és szűrőbetétek felhasználása

- Sterilizésre
- Gázok tisztítására
- Folyadékok tisztítására

# Fontosabb fogalmak

- **Abszolút szűrőképesség:**

100%-os eltávolítást jelent. Annak a legnagyobb (kemény és gömbalakú) részecskének az átmérője, amely még éppen képes áthaladni a szűrőn adott vizsgálati körülmények között. Más megközelítésben a szűrő **legnagyobb nyílásának**, pórusának átmérőjét adja meg.

# Fontosabb fogalmak

- **Névleges pórusméret:**

Egy, a gyártó által önkényesen meghatározott átmérő ( $\mu\text{m}$ -ben)-százalék páros amely megadja, hogy adott méretű részecske hány %-át képes visszatartani a szűrő.

- **Béta hányados:**

A befolyó fluidum koncentrációjának és az elfolyó fluidum koncentrációjának hányadosa egy adott szemcseméretnél.

- **TR (titer reduction):**

a fenti hányados egy adott **mikroorganizmusra** nézve.

# Szűrőbetét választásakor fontos

- Teljesítse a kívánt eltávolítási hatásfokot
- Legyen kompatibilis a szűrendő fluidummal
- Bírja az üzemi körülményeket (P, T, térfogatáram)
- Feleljen meg az alaki és mechanikai követelményeknek
- Legyen állandó pórusú
- Maximális nyomáskülönbségnél se váljanak le belőle darabkák

# A szűrőbetét anyaga lehet

- Polipropilén
- Pamut
- Gyanta impregnált üvegszál
- Cellulóz
- Nylon
- Poliamid
- Poliszulfon
- Teflon (poli(tetrafluoroetilén))

# A szűrők csoportosítása

- **1. Mélységi szűrők**
- **1.1 Polipropilén mélységi**
- Alkalmazás: Nagyon széles körű
- Szerkezet: Nem foszló, folytonos polipropilén szálakból állnak, gyanta jellegű **kötőanyagokat nem** tartalmaznak. **Pozitív** töltésű változataik az abszolút szűrőképességük által meghatározottnál kisebb méretű részecskéket is visszatartanak. **Két részből** állnak: egy belső, konstans pórusátmérőjű részből, amely biztosítja az abszolút szűrőteljesítménynek megfelelő visszatartást, és egy külső részből, ahol a hézagterefogat állandó, azonban a szálak átmérője kifelé nő, így a pórusátmérő is folyamatosan nő egészen a legkülső réteg 90 mikrom-s pórusaiig.

- **1.2 Polipropilén redőzött szűrőszövetek**
- Alkalmazhatók: széles körben
- Szerkezet: A mélységi polipropilén szűrőkhöz hasonló. A vékony redőzött lapokat hegesztéssel egy **hengeres tokban** rögzítik. A szűrőelem polipropilénből készült szilárdító anyagot is tartalmaz egy **belső mag és egy külső védőkosár** formájában.
- Működési határok: ->->
- 550 kPa nyomáskülönbséig maximum 50 Celsius fok
- 410 kPa nyomáskülönbséig maximum 80 Celsius fok
- **1.3 Gyantamentes cellulóz redőzött szűrőszövetek**
- Alkalmazhatók: Pl. fermentorokban bemenő és kimenő levegőhöz.
- Szerkezetük: Tiszta cellulóz szálakból szőtt szövetet hajtogatnak fel egy nagy felületű **hengerben**. A működési határok ugyanazok, mint az előzőnél.



- **1.4. Gyantával impregnált üvegszál alapú redőzött szűrőszövetek**
- Szerkezetük: A gyanta bevonatnak köszönhetően pozitív és negatív **zéta** potenciállal egyaránt készülhetnek.
- Működési határok:
- Rozsdamentes acél sapka esetén 520 kPa-nál maximum 135 Celsius fok!
- **1.5. Porózus rozsdamentes acél szűrők**
- Rozsdamentes acél **szemcsék összesítésével** egy porózus fém hordozót kaphatunk, amely nagy kapacitású, hő- és korrózióálló szűrőként alkalmazható. Általában síklapot vagy varratmentes hengert készítenek belőle. Abszolút szűrőteljesítményük **0,4-11 mikrom** között van gázok tisztítása esetén. Mivel kémiaileg vagy mechanikailag jól tisztíthatók, ezért **újrafelhasználhatók**.



Polipropilén mélységi



Polipropilén redőzött



Gyantamentes  
redőzött cellulóz



Gyantával impregnált üvegszál  
lapú redőzött



Porózus rozsdamentes acél

- **2. Membrán szűrők**

- Abszolút visszatartásuk folyadék közegben 0,04-1,2 mikrom közé esik, amely magában foglalja a **standard ipari sterilitási kritériumnak megfelelő 0,2-0,45 mikrom tartományt** is, tehát mikroorganizmusok szűrésére alkalmazhatók.
- Üzemi alkalmazásokban előszűrőként egyszeres membránréteget használnak, steril szűréshez pedig dupla membránréteget.

- **2.1 Hidrofil membrán szűrőszövet betétek**

- Alkalmazhatók: Például végső steril szűrőként diagnosztikai reagensekhez, injekcióhoz készülő vízhez (WFI), száraz gázokhoz, szerves oldószerekhez.
- Anyaguk: nylon66, hidroxilezett poliamid, poliszulfon, valamint egyéb polimerek. Hidrofilek . Teljesen **egyenletesen kell, hogy nedvesedjenek** vizes közegben. Mindenféle **adalékanyag**, illetve bevonat, amely leoldódhat róluk, **kerülendő**.

- **2.2 Kis fehérjekötő kapacitású membrán szűrőszövetek**

- Alkalmazásuk: olyan, **1mg/ml-nél kisebb fehérjetartalmú** oldatok szűréséhez, amelyeknél minél kisebb fehérjevesztést szeretnénk elérni ( fehérje alapú gyógyszerek, diagnosztikumok, hormonok, növekedési faktorok).
- Anyaguk: hidroxilezett poliamid, módosított poli(vinilidén-fluorid), ill. poliszulfon és egyéb polimerek.
- Olyan hidrofil membránszűrők tartoznak ebbe a csoportba, amelyek **cm<sup>2</sup>-ként 5mikrog fehérjénél kevesebbet kötnek meg**.



Kis fehérjekötő kapacitású



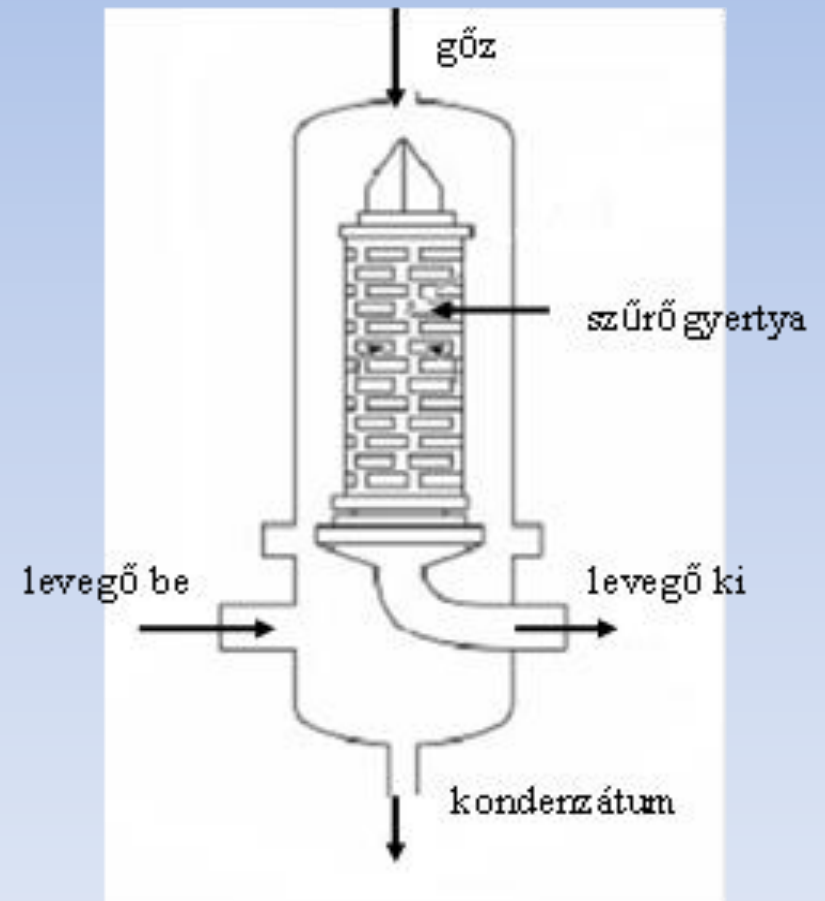
Hidrofób membránszűrő

- **2.3. Hidrofób membrán szűrőszövet betétek**
- Alkalmazásuk: Fermentorba bemenő steril levegő előállítására, az abból távozó **gáz szűrésére**, steril levegő és nitrogén előállítására.
- Szerkezetük: **2 polipropilén támasztóréteg között 2 réteg hidrofób poli(vinilidén-fluorid) vagy poli(tetrafluor-etilén) membrán helyezkedik el.**
- A sterilizésre használt hidrofób membrán szűrőszövetek anyagukban teljesen hidrofóbok kell, hogy legyenek, **100%-os** hatásokkal vissza kell, hogy tartásuk a baktériumokat ill. bakteriofágokat a levegő ill. gázáramból nedves és száraz körülmények között is. Ehhez folyadékban **0,2** mikrom-es abszolút szűrőképesség szükséges, ami levegő illetve egyéb gáz esetén **0,01** mikrom-es abszolút visszatartást jelent.
- Ezen szűrőtípusoknak **többszöri *in situ* sterilizést is ki kell bírniuk** gőzsterilizációval, mindkét irányban történő átfúvatással, illetve autoklavozással. Ennek számszerűsített feltételei: 165 óra, 142 Celsius fokos hőmérsékleten.

# Szűrőházak

- Szűrőfoglat választás szempontjai:
- Bírja az üzemi T-t, P-t, többszöri sterilezést, a fluidummal való érintkezést.
- Ne akadályozza a fluidum áramlását
- A szűrőháznak legyen kondenz elvezetése
- Készüljön rozsdamentes, vagy szénacélból
- Legyen kicsi a felületi érdessége (0, 64 mikrom alatt ->elektropolarizáció)
- Gáz tisztítása rozsdamentes acél foglatban, melynek belső felületét polírozzák, majd passziválják.

# Szűrőházak



# Szűrők alkalmazása a fermentációs eljárásokban

Alkalmazási terület	Szűrőtípus	Abszolút szűrőképesség (mikrom)
Gőz sterilizációhoz	Porózus rozsdamentes acél	1,2
Levegő előszűrés	Cellulóz szűrőszövet	8,0
Fermentorlevegő sterilszűrés	Hidrofób membrán	0,2
Távozó gáz előszűrés	Polipropilén szűrőbetét	1,2
Távozó gáz sterilszűrés	Hidrofób membrán	0,2
Adalékanyagok előszűrése	Polipropilén mélységi, vagy gyantával kötött üvegszál	1,0
Fermentor és adagoló tartályok sterilszűrése	Hidrofil, alacsony fehérjekötő képességű	0,1-0,2



# Levegő, gáz, gőz szűrése

- **1. Gőz szűrése**
- A sterilizációra használt gőzbe bekerülhet szignifikáns mennyiségű korróziós termék a csővezetékekből (**rozsdaszemcsék**). Ezek a részecskék szűréssel eltávolíthatóak, így csökkenthető az elő- és sterilszűrőre jutó terhelés. A részecskeszennyezés eltávolítására a gőzből **porózus rozsdamentes acél** szűrőket használnak (1,2 mikrom).
- **2. Fermentációs levegő előszűrése**
- A bioreaktorba betáplált levegőáram előállítására szükséges nagynyomású levegőt kompresszorokkal állítják elő. A régebbi technológiákban **olajkenésű kompresszorokat** használtak, ezért szükség volt a bioreaktorba bemenő levegő előszűrésére, annak érdekében, hogy eltávolítsák az olajcseppecskéket. **Általában koaleszcenciát okozó gyantával impregnált üvegszál alapú szűrőket használnak előszűrőként pozitív zéta potenciállal**, és így a víz- és olajcseppecskék több mint **99,9%-a** visszatartható a **0,01-0,5 mikrom és nagyobb mérettartományban**.

- **3. Levegő steril szűrése**
- Az ajánlott szűrők a **hidrofób hajtogatott** membránszűrők. Ezek a szűrő elemek víztaszító tulajdonságúak, ezért **100%-os** baktérium és fág visszatartás valósítható meg velük nedves és száraz körülmények között egyaránt. Az alkalmazott betétek **0,2  $\mu\text{m}$**  abszolút szűrőképességűek folyadékokra és **0.01  $\mu\text{m}$**  -esek levegőre.
- **4. Elmenő levegő/gáz szűrése**
- A containment elveinek megfelelően meg kell akadályozni, hogy a bioreaktorból mikroorganizmusok kerüljenek ki a környezetbe. Az elmenő gáz mindig szennyezett mikroorganizmusokkal vagy egyéb sejtekkel. Az **aeroszol részecskék** blokkolják a steril szűrést. A mechanikai elválasztással ( ciklon, kondenzátor, ködleválasztó) nem érhető el hatékony aeroszol eltávolítás **5 mikrom alatti** cseppecskékre. Az aeroszokok ugyanis főként a nagyon finom 1-5 mikrom-es mérettartományban léteznek. Egy **előszűrőt és egy steril szűrőt** használunk rendszerint.

- **5. Folyékony alapanyagok szűrése (tápközeg, pH állítók, habzásgátlók) :** Hidrofil membránszűrő (0,2 mikrom), mint steril szűrő.
- **6. Mycoplasma és vírus eltávolítása tápközegekből :**
- Szérum (emlős sejttenyészet) és más biológiai adalékok a sejtkultúra mycoplasma és vírus szennyezésének potenciális forrásai lehetnek. A **hidrofil hajtogatott membránszűrőket** (0,1 mikrom) széleskörűen alkalmazzák mycoplasmák eltávolítására. A vírusok eltávolítására 40 nm-es (0,04 mikrom) vagy kisebb **hidrofil membránszűrőket** alkalmaznak. Általában több ilyen szűrőt kötnek **sorba**.

# Kérdések

- 1. Mi az abszolút szűrőképesség?
- 2. Mi a béta hányados és a titer reduction?
- 3. Négy fontos szempont szűrőbetét választásakor:
- 4. Mélységi szűrők fajtái:
- 5. Membránszűrők fajtái: