

Hulladékkezelés

Készítette: Rozbach Margaréta
Hollósi Anna

2016

Biohulladékok

biotechnológia, fermentációs folyamatok hulladékai



kibocsátása előtt kezelést igényelnek

Kezelés:

- szennyvíz előkezelés
- biológiai inaktiválás
- szűrés, szagtalanítás
- rekombináns vagy patogén sejtek elpusztítása!

folyadék halmazállapotú:

- Hőkezelés
- kémiai eljárás

Sterilezés

- ▶ Abszolút fogalom
- ▶ Sterilezés kritériuma: A folyamat sikeressége függ attól, hogy mennyi a valószínűsége annak, hogy bármilyen fertőző mikroorganizmus túlélte a kezelési módszert.
- ▶ Ez a megengedett valószínűség:
 - ▶ Fermentáció: 10^{-3}
 - ▶ Orvosi eszközök: 10^{-6}
 - ▶ Élelmiszeripar esetén: 10^{-12}

NIH (National institutes of health) előírások

- ▶ Minden rekombináns DNS-t tartalmazó mikroorganizmus tápoldatát a kiöntés előtt validált módszerrel kell sterilizálni
- ▶ A validálás csak az adott mikroorganizmusra érvényes
- ▶ Új mikroba esetén új validálás
- ▶ A tápoldatnak nem kell sterilnek lennie, csak a rekombináns DNS-t és a gazda mikrobát nem tartalmazhatja
- ▶ A NIH előírások inkább a pasztörizálásnak felelnek meg, nem a sterilizálásnak
- ▶ NIH nem kötelező, de legtöbbször önként alkalmazzák

Autoklávok sterilizációs folyamatainak validálása

- ▶ Gyógyszeriparban és orvosi alkalmazásoknál
- ▶ Azonosítani kell a szennyező mikrobát, és meg kell határozni a populáció legmagasabb ellenállási értékét
- ▶ A validáláshoz általában termofil spóraképző mikrobákat választanak
- ▶ Egyszerre szigorúbb és rugalmasabb is mint a NIH (nem kell állandóan újrapvalidálni, de itt minden mikrobának el kell pusztulnia)

Előkezelés

▶ Szükséges

- ▶ A biotechnológiai folyamatok magas szervesanyag-tartalommal rendelkeznek
- ▶ Oldott oxigén kell - tavak, folyóvizek oldott oxigén koncentrációja minimum 4mg/l, ideális esetben telítettségi szint 90%

▶ Következmény

- ▶ Mikroorganizmusok elszaporodása
- ▶ Oldott oxigén szint csökkenés
- ▶ Halpusztulás

Oxigén igény

- ▶ B₀I (biológiai oxigén igény) meghatározása
aerob körülmények közt történő inkubálás, optimális növekedési feltételek biztosítása, sötétben!
Oldott O₂ mérése: induláskor és az 5. napon.
- ▶ K₀I (kémiai oxigén igény) meghatározása
teljes kémiai oxidáció kálium-dikromáttal, maradék kálium-dikromát visszaitrálása vasszulfáttal v. vasammónium-szulfáttal. 2-4 órás teszt
- ▶ A K₀I mindig nagyobb mint a B₀I, mivel a kémiai oxidáció közel teljes

Előkezelési módszerek

▶ Fizikai kezelés

fölös szilárd szennyeződések eltávolítása

▶ Biológiai kezelés

szerves hulladék tartalom csökkentése aerob, anaerob lebontással

▶ Kémiai kezelés

finom szuszpenziók koagulálása

Mikrobapusztulás kinetikája

Mikrobapusztulás kinetikája

- ▶ Az életképes mikroorganizmusok száma fontosabb, mint a koncentrációja, mert egyetlen szaporodásra képes sejt is hozhat létre populációt.
- ▶ Az élő sejtszám csökkenés arányos a fennmaradó sejtszámmal:

$$\frac{dN}{dt} = -k_d N$$

- ▶ Integrálva, állandó hőmérsékleten:

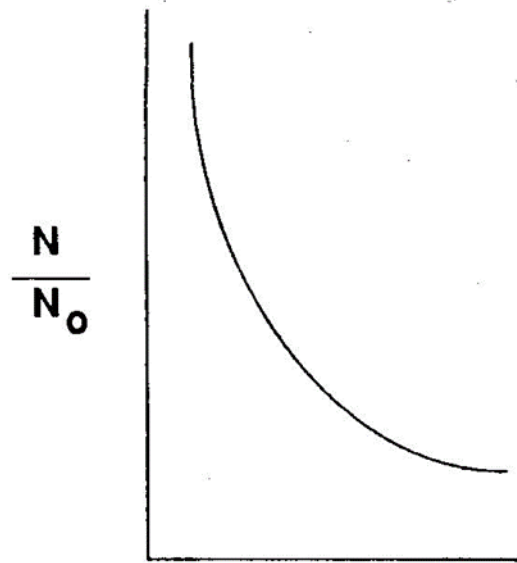
$$N = N_0 e^{-k_d t}$$

- ▶ Ahol:

- ▶ N : élő sejtszám [db/cm³]
- ▶ N_0 : kezdeti élő sejtszám [db/cm³]
- ▶ k_d : hőpusztulási sebességi állandó [min⁻¹]
- ▶ t : idő [min]

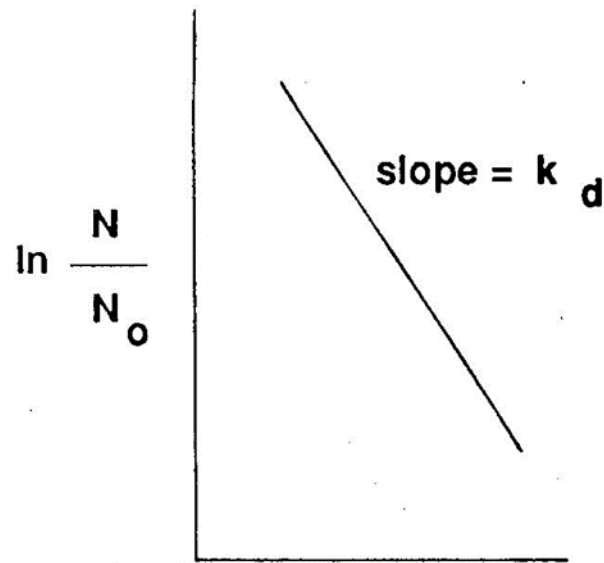
Mikrobapusztulás kinetikája

Az életképes sejtek száma exponenciálisan csökken az idő előrehaladtával (A). Féllogaritmikus ábrázolással egyenest ad (B).



(A)

Time

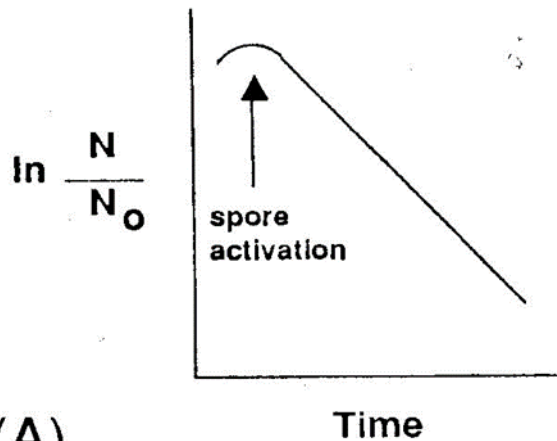


(B)

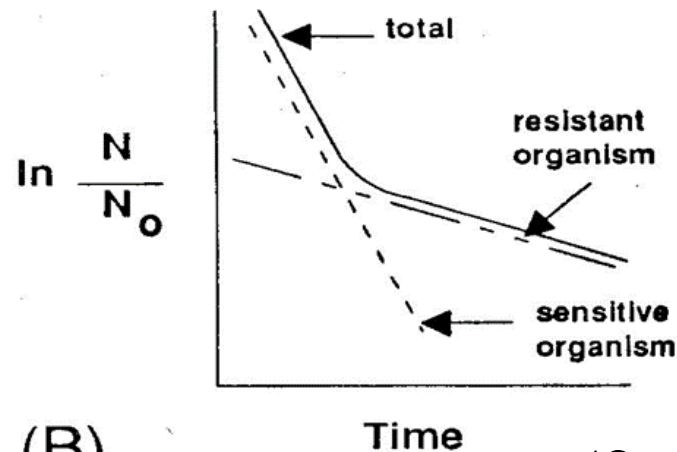
Time

A lineáristól való eltérés okai

- ▶ A) Ha a mikroba hőstabil spórákat képez, azok a kezelési idő alatt a hő hatására aktiválódnak (kicsírázhatnak), így megemelve az élő sejt számot, amíg a hőkezelés el nem pusztítja őket.
- ▶ B) Kevért mikrokultúra esetén, ha a rezisztensebb van kisebbségben, az egyenes megtörik. A nagyobb meredekségű az érzékenyebb törzsrre, a kisebb meredekségű a hőre ellenállóbb törzsrre jellemző. A hőre rezisztens törzs túlnövi a hőre érzékenyebb populációt. (Ellenkező esetben nincs jelentős eltérés a lineáristól.)



(A)



(B)

Hőérzékenység

▶ Hőpusztulási sebességi állandó (k_d) függése:

▶ Hőmérséklettől:
$$k_d = k_{d0} e^{-E_d / RT}$$

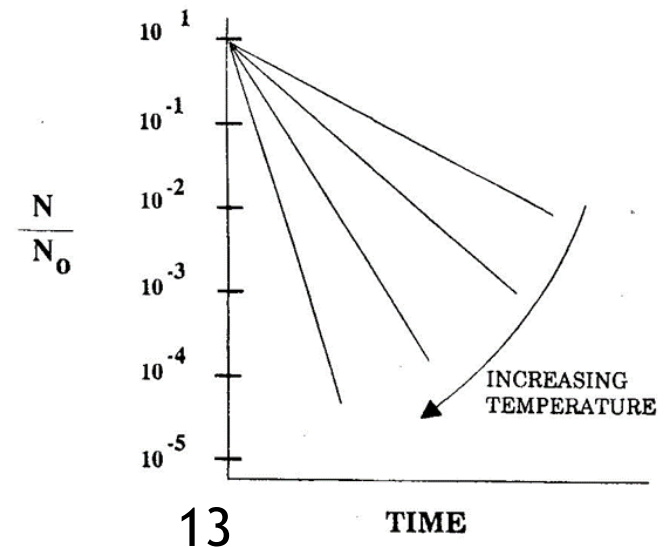
Ahol: k_{d0} : konstans, adott mikrobára jellemző

E_d : a hőpusztulás aktiválási energiája

R : univerzális gázállandó

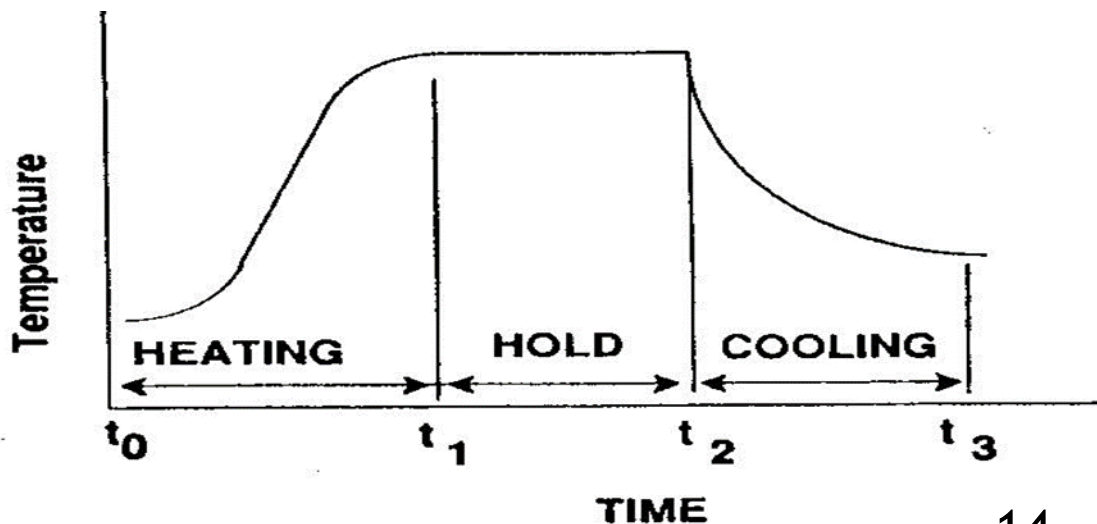
T : abszolút hőmérséklet

- ▶ A hőmérséklet növelésével a k_d meredeksége folyamatosan csökken, így kevesebb idő alatt elpusztulnak a mikrobák.



A hőpusztulási sebességi állandó

- ▶ k_d hőmérséklet függése fontos a táptalajok sterilizálásánál, mivel ezeket a lehető legrövidebb ideig kell kitenni magas hőmérsékletnek, hogy minimalizáljuk a tápanyagok bomlását.
- ▶ Sterilizációs folyamat tipikus hőmérséklet profilja:



Biohulladék sterilizáció

- ▶ Eltérés a táptalaj sterilizációjától: elhanyagolhatjuk a hűtő és fűtő fázisokat, mivel nem kell a tápanyag bomlása miatt aggódnunk
- ▶ **De:** ez a rendszer túlméretezéséhez vezet
- ▶ Ez a megközelítés lehetővé teszi a folytonos sterilizációra vonatkozó összefüggések felhasználását, a szakaszos rendszerek tervezése egyszerűbbé válik.

Folytonos sterilizálás

- ▶ Egyenletek kombinálásával kifejezhető a logaritmusos sejtszám csökkentés adott hőmérsékleten és idő alatt.

$$\ln(N_0 / N_1) = k_d e^{(Ed / RT)} t$$

- ▶ Vagy a sterilizációs szint és adott hőmérséklethez szükséges kezelési idő.

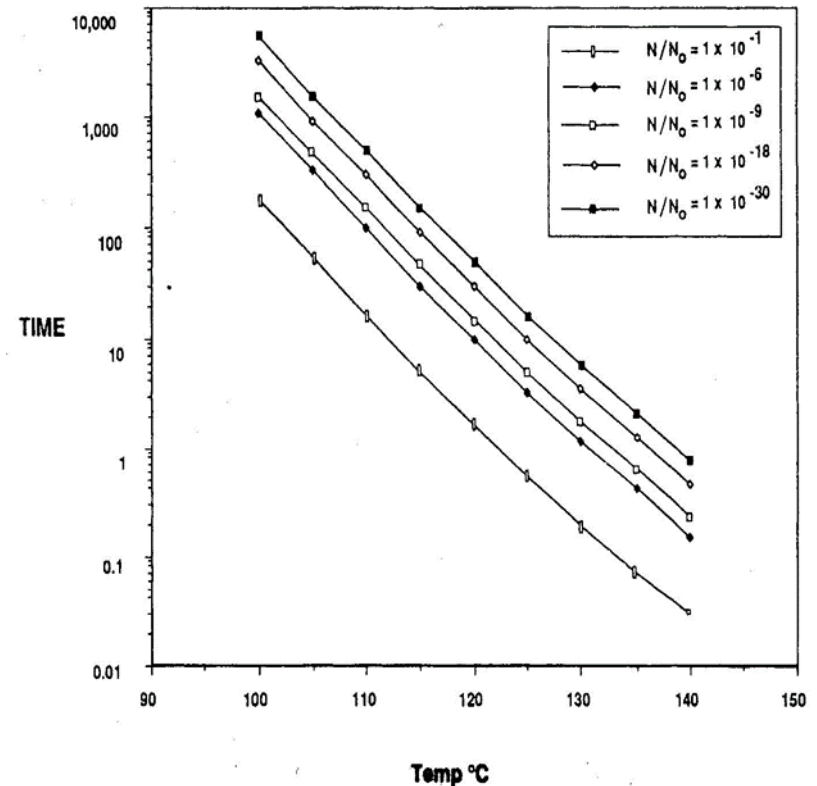
$$t = k_{d0} \ln(N_0 / N_1) e^{(-Ed / RT)}$$

Folytonos sterilizálás

▶ A diagramot *Bacillus stearothermophilus* spóráira tervezték (lineáris sejtpusztulást feltételezve)

▶ Az ábra alapján megbecsülhető:

1. Logaritmikusan csökkenő sejtszám adott időben és hőmérsékleten
2. Sejtszám csökkenéséhez szükséges idő, adott hőmérsékleten
3. Szükséges hőmérséklet, ha adott a sterilitás mértéke és az idő

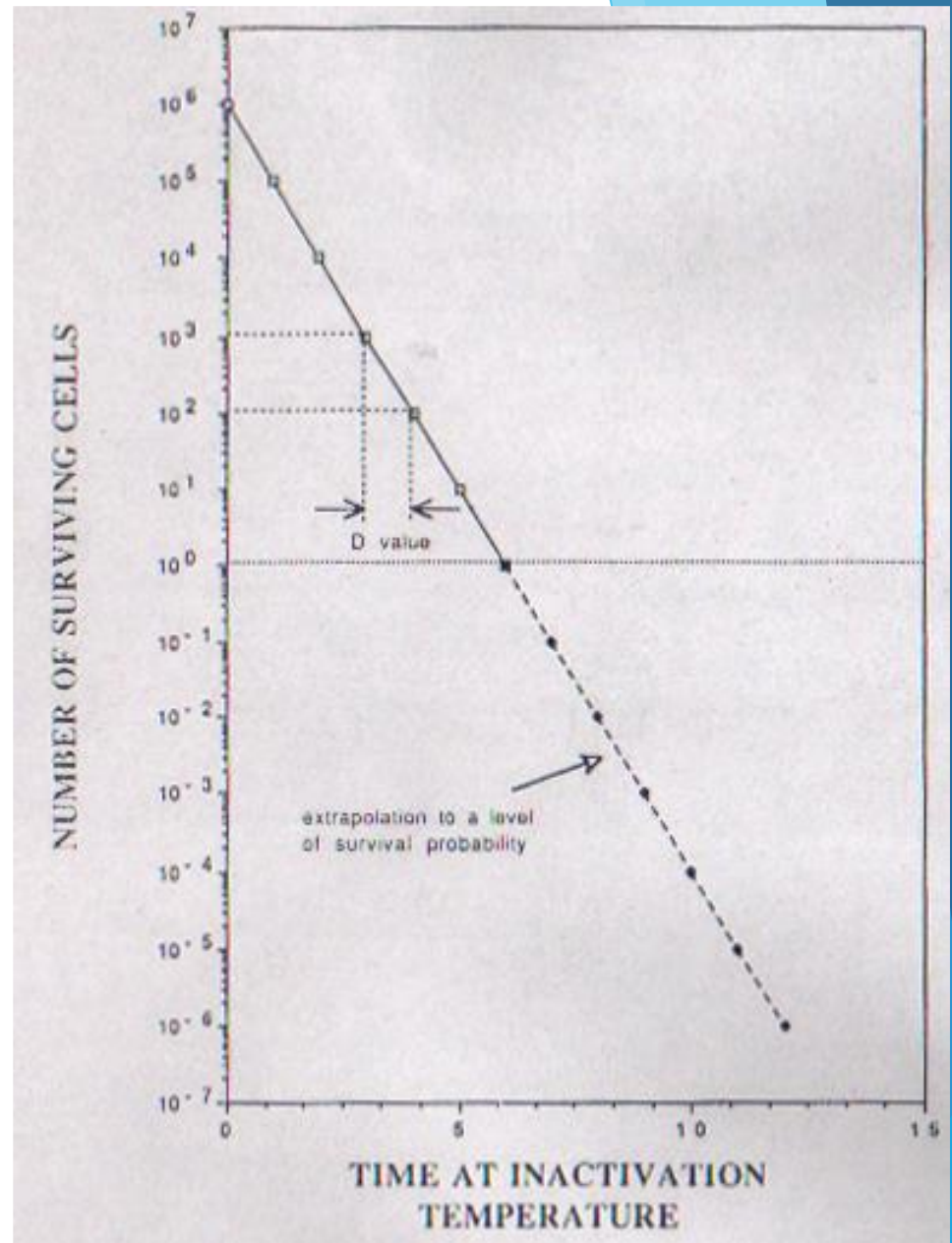


Biohulladék sterilizáció, Folytonos sterilizáció

- ▶ Eddig: lineáris sejtpusztulást feltételeztünk
- ▶ De figyelembe kell venni a kevert populáció és a spóraaktivitás által okozott non linearitást
- ▶ Különböző számokat definiáltak, hogy az eltérő hősterilizációs folyamatok relatív sterilizációs kapacitását könnyebben össze tudják hasonlítani: D-szám, F-szám és ezeknek megfelelő hőmérsékletfüggési együtthatói (Z-szám)

D-szám

- ▶ **D-szám:** decimális redukciós idő, az az idő, ami alatt
 - a mikrobák száma a tizedére csökken
 - a kezdeti mikrobák v. spórák számának 90%-a elpusztul.
- ▶ Decimális redukciós idő és a hőpusztulási sebességi állandó kapcsolata: $D=2,303/k_d$



F-szám

- ▶ **F-szám**: megadja azt az időt (percben), amely alatt a szuszpenzióban az összes mikrobát, illetve spórát el lehet pusztítani 121 °C-on.

$$F = nD / 60$$

D: decimális redukciós idő

n értéke $\log_{10} N_0$

N_0 a kezdeti élő sejtszám

Z-szám

- ▶ **Z-szám**: az a hőmérsékletkülönbség, amivel a féllogaritmikus skálán egy nagyságrenddel csökkenthetjük a mikrobák számát.

$$Z = (T_1 - T_2) / (\log_{10} D_2 - \log_{10} D_1)$$

- ▶ Z tipikus értéke 7-24°C (10°C) nedves hővel, míg száraz hővel 10-60°C (20°C). Ez mutatja a nedves sterilizálás jelentőségét.
- ▶ D-szám és F-szám értéke függ a kezelés és a mintavétel körülményeitől. A Z-szám értéke a körülményektől kevésbé függ.
- ▶ Figyelembe kell venni a minta méretét, és a gátló anyagok jelenlétét (antibiotikumok, fertőtlenítő kémiai anyagok).

Fertőtlenítés

A fertőtlenítés hatékonyságát befolyásoló tényezők

- ▶ Anyag szennyezettségi szintje, megkívánt sterilitási szint
- ▶ Mikroorganizmus hozzáférhetősége
 - ▶ A szilárd anyagok megvédik a csapdába ejtett mikroorganizmusokat azáltal, hogy korlátozzák a hő vagy kémiai anyag diffúzióját. Túl kell méretezni.
- ▶ Sejtek állapota (vegetatív vagy spóra)
- ▶ Kezdeti sejtszám

Kémiai fertőtlenítés

- ▶ **Biohulladékra:** körülményes, érzékeny a szennyvíz minőségére.
- ▶ Nehezen becsülhető (fehérjék, szerves anyagok különböző mennyisége miatt)
- ▶ Szilárd anyagok megvédik a bennük lévő mikrobákat.
- ▶ Szerves anyagok a fertőtlenítőszerrel reagálva toxikus termékeket képezhetnek

Kémiai fertőtlenítés

- ▶ **Fertőtlenítéshez használt anyagok:**
nátrium-hipoklorit, nátrium-hidroxid, glutáraldehid, klór-dioxid, kvaterner ammónium-komponensek.
- ▶ **Fertőtlenítés sikeressége függ:**
 - a mikroba érzékenysége
 - a kezelő anyag koncentrációjától
 - a sterilitási szint
 - a mikroorganizmus milyen mértékben érintkezik a fertőtlenítő szerrel
 - kezelés körülményei (pH, T, gátló ionok)

Fertőtlenítés klórral

- ▶ vízben oldódva hipoklórossavat képez, ami ionizálódik



- ▶ a klórt NaOCl v. Ca(OCl)_2 formájában alkalmazzák



- ▶ klór + ammónia és más nitrogéntartalmú anyagok (pl. aminok, iminek) → klóraminok v. n-kloro-vegyületek



- ▶ a hipoklórossav és az ammónia reakciója függ a pH-tól, T-től, kezdeti koncentrációtól

Fertőtlenítés klórral

- ▶ a szabad, rendelkezésre álló klór az elemi klór (Cl_2), a hipoklórossav (HOCl) és a hipoklorit-ion (OCl^-) összessége
- ▶ a kötött klór a klóraminok, n-kloro-vegyületek
- ▶ összes klór: szabad + kötött
- ▶ szabad klór stabilitását meghatározó tényezők: klór koncentráció, T, pH, szerves anyagok jelenléte és koncentrációja.

A mikroorganizmusok érzékenysége klórral szemben

Mikroorganizmus	Érzékenység
Gram-pozitív baktérium	magas
Gram-negatív baktériumok	magas
Savtűrő baktériumok	közepes
Baktériumspórák	közepes
Lipofil vírusok	közepes
Hidrofil vírusok	közepes
Amóbák	magas
Algák	magas
Gombák	közepes

A mikroorganizmusok érzékenysége klórral szemben

- ▶ a hőmérséklet növelésével csökkenthető a fertőtlenítéshez szükséges idő (+10°C → ½ T)
- ▶ pH nő → hipoklórossavból hipoklorit-ion keletkezik, melynek kisebb a fertőtlenítő hatása

pH	Cl ₂ [%]	HOCl[%]	OCl ⁻ [%]
4	0,5	99,5	0,0
5	0,0	99,5	0,5
6	0,0	96,5	3,5
7	0,0	72,5	27,5
8	0,0	21,5	78,5
9	0,0	1,0	99,0
10	0,0	0,3	99,7

Kérdések

- ▶ Milyen problémát okoz, ha kezelés nélkül engedjük ki a biotechnológiai hulladékokat az élővizetekbe?
- ▶ Ismertesse a mikrobapusztulás lineáristól való eltérésének két okát, és grafikonon szemléltesse is azt!
- ▶ Ismertesse a D-, az F- és a Z-számot!

Csatorna- és gyűjtőrendszerek

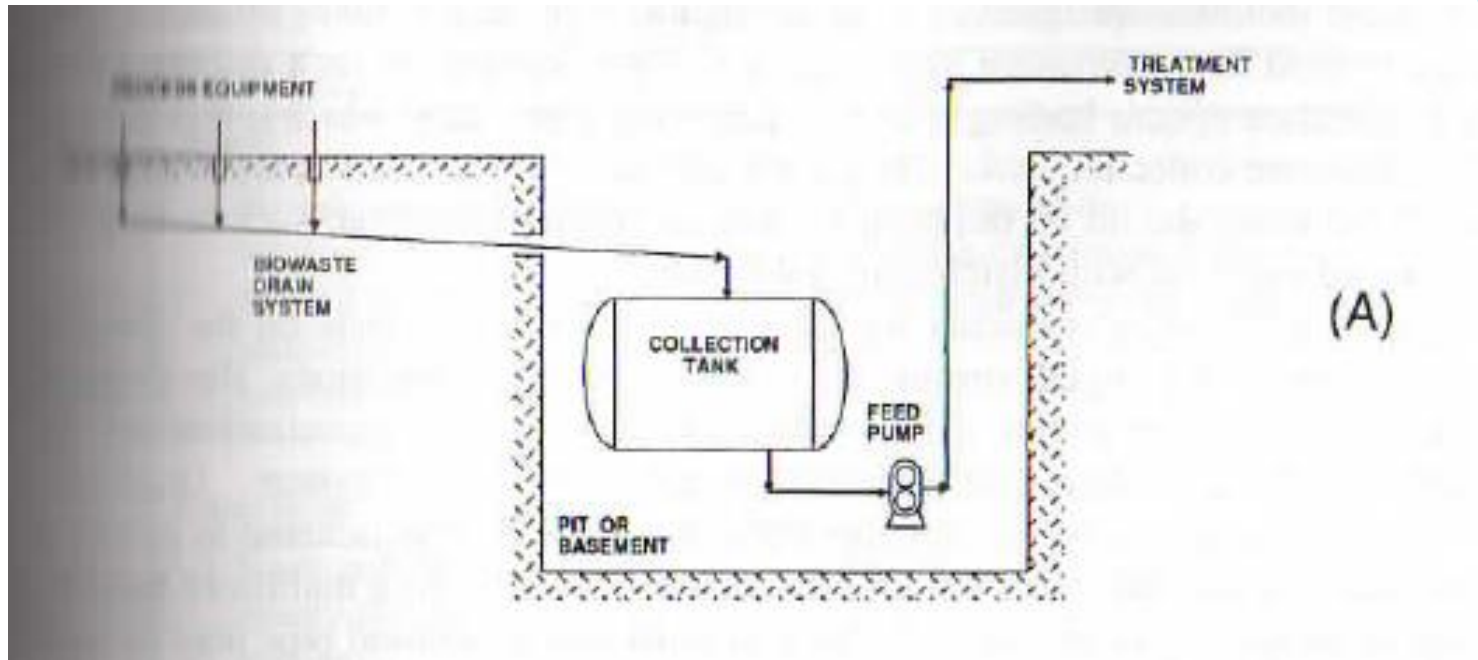
Csatorna- és gyűjtőrendszerek

- ▶ A teljes üzemet behálózó rendszer
- ▶ Kommunális csatornarendszerhez hasonló, de ZÁRT!
- ▶ Amit összegyűjt:
 - Öblítő- és mosófolyadékok
 - Gőzkondenzátum
 - Szennyvíz
- ▶ Gravitációs rendszer

Csatorna- és gyűjtőrendszerek

Általános elrendezések/A

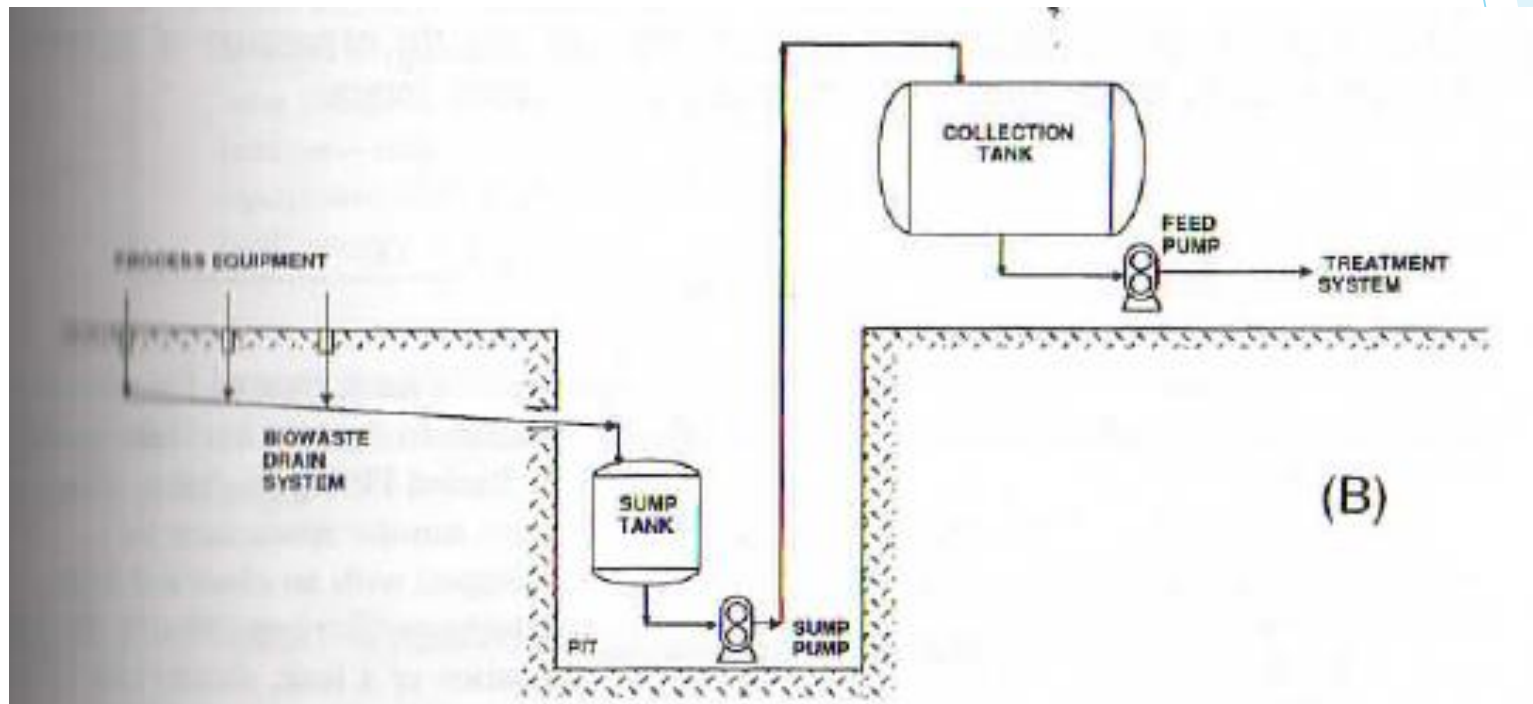
- Gyűjtőtartály a csatornarendszer szintje alatt
- Előnyösebb



Csatorna- és gyűjtőrendszerek

Általános elrendezések/B

- +puffer tartály és szivattyú csatornarendszer szintje alatt
- Meghibásodás lehetősége nagyobb → kerülendő



Csatorna- és gyűjtőrendszerek

- Csak biohulladék tisztítására(gazdaságossági szempont)
- Aeroszol nem juthat ki a környezetbe: tartályokon szűrő, égető
- A rendszer legyen fertőtleníthető
- Legyen ZÁRT!
 - ▶ nyitott kapcsolódási pontok,szellőzők nincsenek
 - ▶ Padlólefolyó lehet lefedett zárószelepes, vagy külön gyűjtő és sterilizáló rendszer

Csatorna- és gyűjtőrendszerek

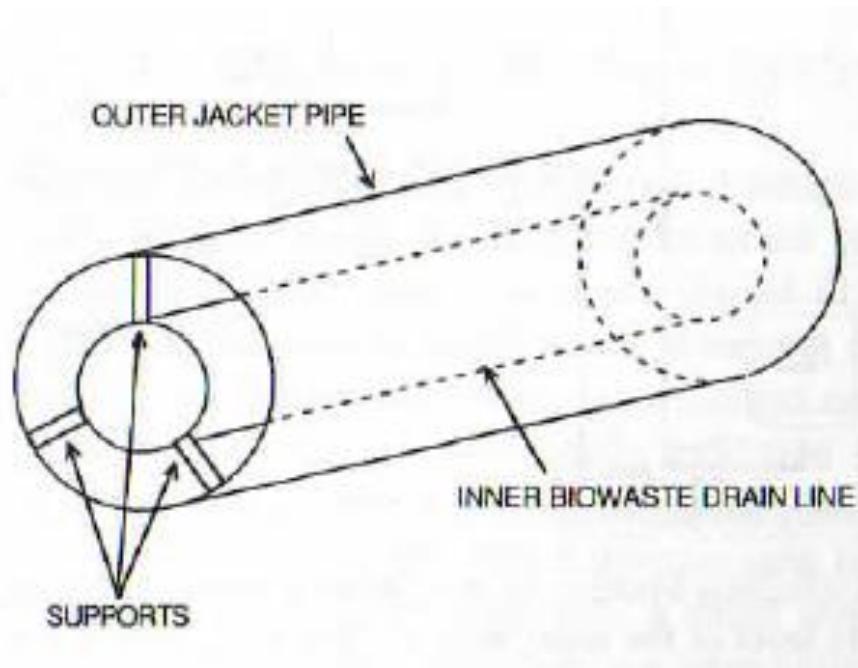
Csővezetékek/1

- ▶ Anyaguk kiválasztása:
 - ▶ Szennyvíz kémia összetétele
 - ▶ Működési mód, elhelyezkedés
 - ▶ Fertőtlenítés módja (hő vagy kémiai)
 - ▶ Élettartam
- ▶ Hőtágulás figyelembe vétele tervezésnél

Csatorna- és gyűjtőrendszerek

Csővezetékek/2

- ▶ Föld alatti csövek:
 - ▶ Duplafalú
 - ▶ Csöpögést érzékelő detektorral



Csatorna- és gyűjtőrendszerek

Szakaszos elrendezés

- ▶ Lehet kémiai és hősterilizálás is
- ▶ **Előnyei:**
 - ▶ Mintavétel minden egységből
 - ▶ Egyszerűbb rendszer
- ▶ **Hátrányai:**
 - ▶ Nagyobb energia igény
 - ▶ Lassú körforgás → nagyobb tartályokat igényel

Folytonos elrendezés

- ▶ Csak hősterilizálás
- ▶ **Előnyei:**
 - ▶ Kisebb energia igény
 - ▶ Hatékonyabb kezelés (magas hőm., rövid kezelési idő)
- ▶ **Hátrányai:**
 - ▶ Bonyolultabb rendszer
 - ▶ Mintavétel csak tartály beiktatásával
 - ▶ Karbantartás bonyolultabb

Csatorna- és gyűjtőrendszerek

Szakaszos rendszer

▶ Fűtés:

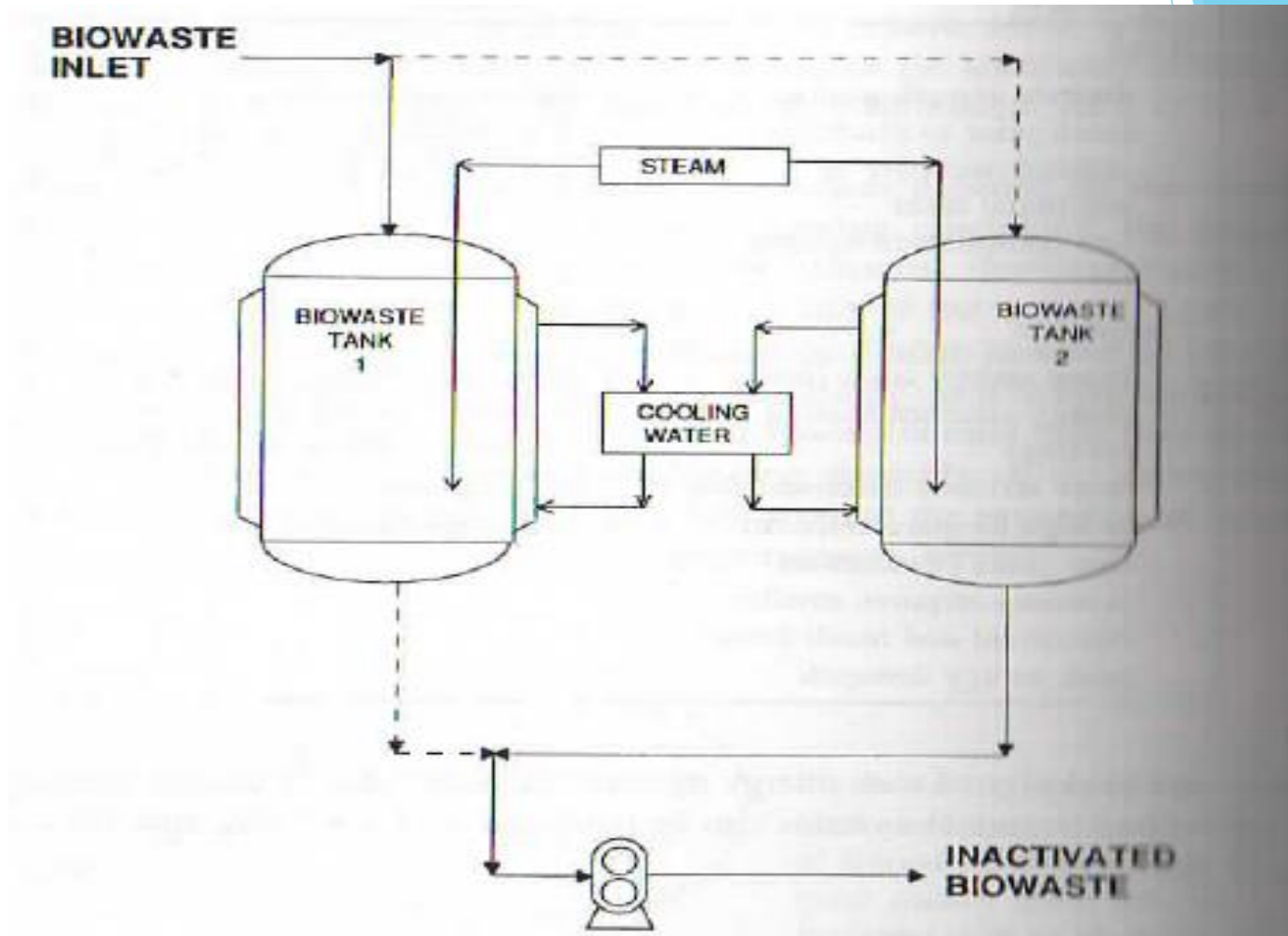
- ▶ Direkt: gőzbevezetéssel (nagyobb hőátadás, ezért gyorsabb, de a folyadék hígul)
- ▶ Indirekt: fűtőköpennyel (kondenzált gőz visszakerül a gőzrendszerbe, de a hőátadó felületet tisztítani kell)

▶ Hűtés:

- ▶ Lehető legolcsóbb hűtőközeggel: víz

▶ Mintavétel

Szakaszos hintatartály rendszer



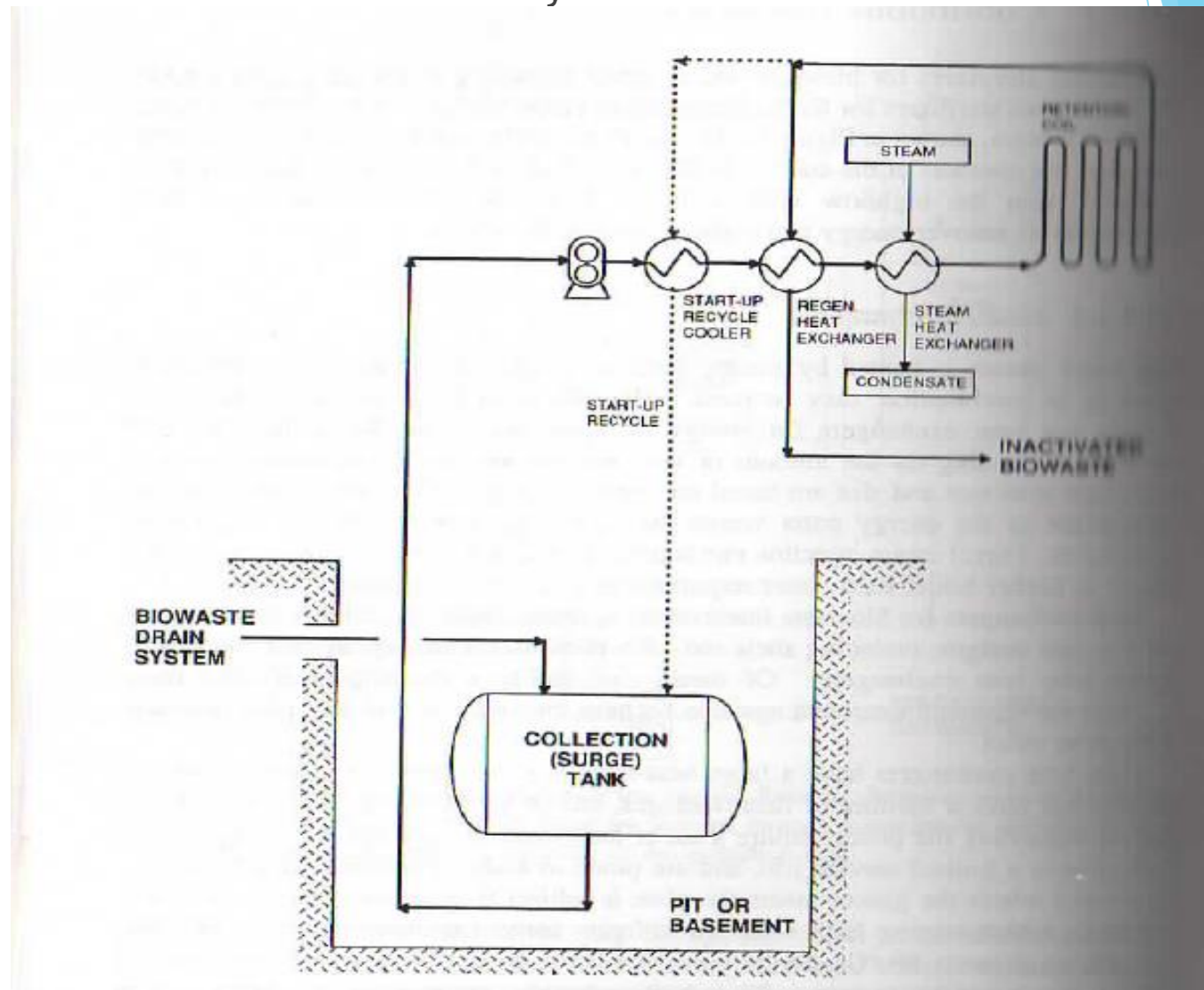
Csatorna- és gyűjtőrendszerek

Folytonos rendszer

- ▶ Elve megegyezik a fermentációnál, élelmiszeriparban alkalmazottakkal
- ▶ Hőcserélők alkalmazása az energia visszanyerésére és a befolyó szennyvíz előmelegítésére

Csatorna- és gyűjtőrendszerek

Folytonos rendszer



Hőcserélők

- ▶ Az energia 60%-a visszanyerhető
- ▶ Méret: energia árak vs. Berendezés árak
- ▶ Fajtái:
 - ▶ Csőköteges: legkevésbé alkalmas (eltömődik, nehéz tisztítani)
 - ▶ Lemezes: nagy hőátadási együttható, kisebb is jó, de: eltömődik, magas hőmérséklet + klór→korrózió
 - ▶ Spirális: lemezesnél drágább, kevesebb karbantartás
 - ▶ Koncentrikus dupla csöves: legalkalmasabb, de legdrágább is

Hőntartás

- ▶ Hőntartószakasz hossza:
 - ▶ $d_{\text{cső}}$ /folyadék áramlási sebessége(turbulens)
- ▶ Tartózkodási idő függ:
 - ▶ áramlás sebességétől
 - ▶ az áramlási profiltól
- ▶ Az áramlás legyen TURBULENS

Áramlási viszonyok I.

Reynolds-szám

$$Re = \frac{d * v * \rho}{\mu}$$

d: a cső belső átmérője
v: a folyadék sebessége
 ρ : a folyadék sűrűsége
 μ : a folyadék viszkozitása

- ▶ $2000 < Re < 4000$: lamináris, parabolikus sebességprofil → a cső közepén lévő anyag kisebb ideig tartózkodik a csőben, mint a falnál lévő.
- ▶ $10000 < Re < 20000$: turbulens, majdnem sima sebességprofil → azonos tartózkodási idő.
- ▶ Gazdasági szempont: az a v_{min} , ahol az áramlás átmegy turbulensbe.
- ▶ Nem lehet v_{min} túl nagy sem → erózió

- ▶ Turbulens áramlástól való eltérés oka:
 - ▶ axiális visszakeveredés, megnövelheti a sáv szélességet
- ▶ Ezeket az eltéréseket a Peclet-szám írja le
 - ▶ Ahogy $Pe \rightarrow \infty$, az áramlás megközelíti a turbulens áramlást.

$$Pe = \frac{vL}{D_z}$$

- ▶ v : átlagos folyadék sebesség
- ▶ L : sterilizáló szakasz hossza
- ▶ D_z : axiális diszperziós koefficiens

Kibocsájtott gáz sterilizálás

- ▶ Fertőző mikrobákat tartalmazhat
- ▶ Steril szűrés: kazetta szűrővel
- ▶ Eltömődés esélyét minimálisra csökkenteni
 - ▶ Szűrőházat gőzköpennyel körbevéve a hőmérséklet harmatpont alatt marad

Szuperkritikus vizes oxidáció

- ▶ SCWO = supercritical water oxidation
- ▶ Folyamatos sterilizációhoz hasonló
- ▶ Sterilizáció módja:
 - ▶ Folyadék sűrítése
 - ▶ Hevítés a víz kritikus pontja feletti körülmények eléréséig (22 MPa, 374 °C)
- ▶ Szerves vegyületek szervetlenné oxidálódnak
 - ▶ Képződött energia a hevítésre fordítható

Műszerezettség és szabályozás

- ▶ Teljesen automatizált rendszerek
- ▶ A műszerek mérik és rögzítik a kezelési paramétereket
 - ▶ Gyűjtőtartály folyadékszintje
 - ▶ Feldolgozás kezdetének ideje
 - ▶ Tartály feldolgozottsági szintje (szakaszos r.)
 - ▶ Fertőtlenítés hőmérsékletprofilja
 - ▶ Szelepek pozíciója
 - ▶ Termoelemek

Műszerezettség és szabályozás

- ▶ Automata rendszer sorrendszabályozója
 - ▶ PCL: programozható logikai szabályozó
 - ▶ DSC: megosztási szabályozó rendszer
- ▶ Paraméterek figyelése
- ▶ Hibajelzők

Műszaki beállítási javaslatok

- ▶ Kerüljük a nyomásszabályozó szelepek használatát. Használjunk olyan hasadólemezeket, amelyek veszély esetén a többit is riasztják.
- ▶ Csőkapcsolások: peremes kapcsolatok helyett hegesztés (szivárgás miatt)
- ▶ Szereljük fel mintavevő rendszert
- ▶ Forró gőz kondenzátum figyelembevétele: ellennyomást okoz a gyűjtőtartályban, vagy eltömíti a kivezető szűrőket.
- ▶ Gyűjtőtartályok a gyűjtőrendszer legalacsonyabb pontján legyenek.
- ▶ Kerüljük a nyitott csövek használatát (pl. lefolyó)
- ▶ Több szűrő legyen, ha az egyik eltömődne
- ▶ Minimalizáljuk a rendszerek közti szennyeződés lehetőségét: elválasztó csőszakaszok használatával vagy puffertartályokkal.
- ▶ Kémiai rendszerekben a pH-t a legkedvezőbb hőmérséklethez állítsuk be, hogy lerövidítsük a kezelési időt. Magasnyomású pumpa használatával a mikrobákat védő szilárd anyagok „feltörhetőek”.
- ▶ Automatizálásnál törekedjünk a tökéletességre
- ▶ Automatizált rendszereket szereljük fel vészjelzővel és adatgyűjtővel

Validálás

- ▶ Cél: az eljárás megbízhatóságának bizonyítása
 - ▶ Az eljárás magas szintű
 - ▶ Mindig azonos minőségű terméket állít elő
- ▶ Itt: megismételhető sejtszámcsökkenést jelent
- ▶ Szakaszai:
 - ▶ Installálási rész (IQ)
 - ▶ Működési rész (OQ): Szükséges eljárás és kezelési körülmények meghatározása
 - ▶ Feldolgozási rész (PQ): Sterilizési folyamat
 - ▶ *E.coli*: ha a rendszer rekombináns mo-t
 - ▶ *Bacillus stearothermophilus*: ha nincs rekombinán mo.

Kérdések

- ▶ Mi az SCWO, hogyan működik?
- ▶ Mik szakaszos és folytonos elrendezésű rendszer előnyei hátrányai?

Köszönjük a
figyelmet!