

# PORLASZTVA SZÁRÍTÁS

Dr. Pécs Miklós



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,  
Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

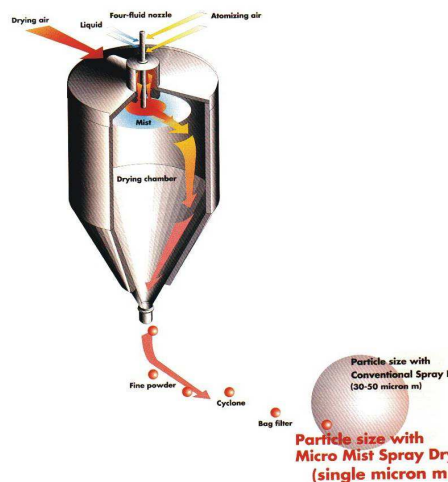


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

# PORLASZTVA SZÁRÍTÁS

A szárítás művelete során általában szilárd anyagból párologtatják el az oldószert. A porlasztva szárításnál a folyadékcseppek felületén megy végbe a párolgás. Az anyag sokáig folyadék, csak a végén - amikor bepárlódik – alakul szilárd porrá.

- Porlasztás
- Elpárologtatás
- Porleválasztás (ciklon,szűrő)



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

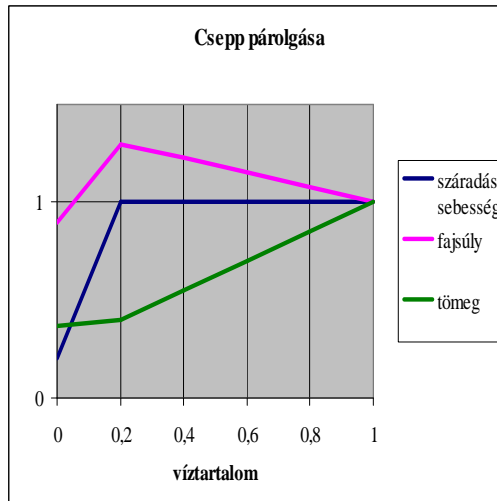
2

## A CSEPPEK PÁROLGÁSA

két szakaszra osztható:

Amíg folyadékfilm borítja a felületet, addig állandó a párolgási sebesség, a tömeg csökken, a fajsúly növekszik.

Amikor a felület „megszárad”, már csak a kapilláris víz távozik – lassabban párolog, a tömeg alig csökken, a térfogat viszont állandó marad, ettől a fajsúly csökken.

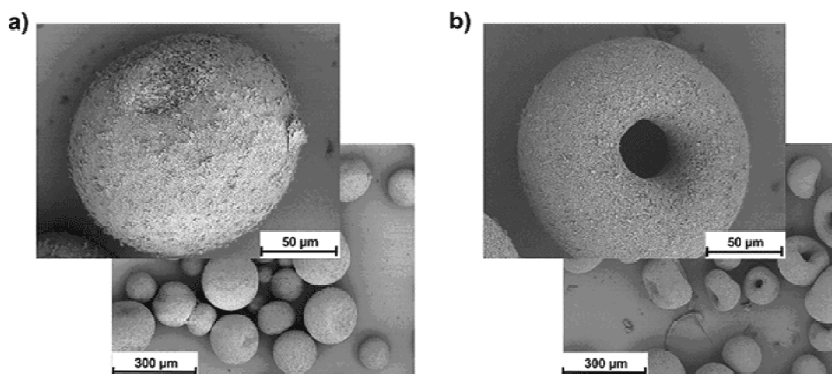


BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

3

## CSEPPEK PÁROLGÁSA

A cseppek gyakran kérgesen száradnak, belül üres héjat alkotnak:



Hígabb

Telített oldatból



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

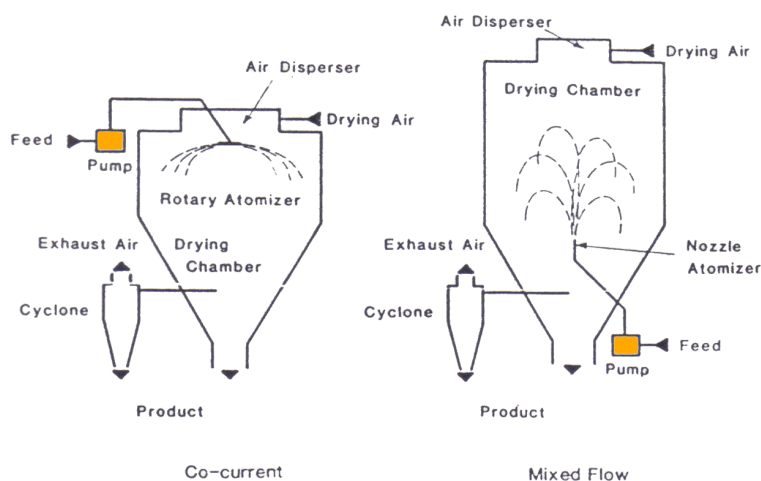
4

## ÁRAMLÁS SZERINT

lehet:

egyenáramú

kevert áramú



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

5

## PORLASZTÓFEJEK

kialakítása szerint lehet:

- fúvókás
  - » mechanikus
  - » pneumatikus
- forgótárcsás
  - » tárcsás
  - » fúvókás
  - » lapátos

A porlasztás során különböző méretű cseppek keletkeznek. Ezek közül a legnagyobbak ülepednek a leggyorsabban és párolognak el utoljára, ezért méretezésnél a  $d_{max}$ -ot keressük, és erre számolunk.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

6

## MECHANIKUS FÚVÓKÁK

= egyfázisú betáplálás (csak folyadék, segédlevegő nélkül). A fúvókában a folyadékot cirkulációs áramlásra kényszerítjük. A forgásban lévő folyadék a nyílásból kilépve összefüggő folyadékhártyakúpot alkot. A folyadék réteg egyre vékonyodik és végül cseppekre szakad.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

7

## MECHANIKUS FÚVÓKÁK

A porlasztás során különböző méretű cseppek keletkeznek. Ezek közül a legnagyobbak ülepednek a leggyorsabban és párolognak el utoljára, ezért méretezésnél a  $d_{\max}$ -ot keressük, és erre számolunk.

Bär egyenlet

$$d_{\max} = \frac{8K\sigma_f}{\rho_f v_0^2}$$

ahol:

$d$  - a csepp átmérője

$K$  – anyagi állandó

$\sigma$  – felületi feszültség

$\rho$  – a folyadék sűrűsége



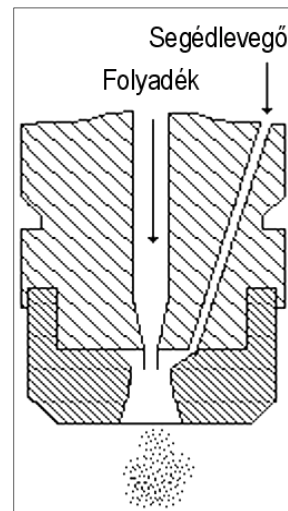
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

8

## PNEUMATIKUS FÚVÓKÁK

Kétfázisú, a betáplált folyadékot a fúvókában levegő áram segítségével porlasztják. Kisebbséggel dolgoznak és finomabb permetet adnak, mint a mechanikus fúvókák.

Tapadós, viszkózus, anyagok, szuszpenziók szárítására is alkalmasak.



## PNEUMATIKUS FÚVÓKÁK

A maximális cseppméretet leíró egyenlet az alábbiak szerint alakul:

$$\frac{d_{\max}}{D} = k \left( \frac{\mu_f^2 \rho_f}{\sigma_f D} \right)^a \left( \frac{\rho_{\text{lev}} v^2 D}{\sigma_f} \right)^{-0,45}$$

ahol  $D$  – a fúvóka átmérője  
 $k$  és  $a$  konstansok



## FORGÓTÁRCSÁS PORLASZTÓK

A folyadék adagolása a sík tárcsa közepére történik, ahonnan a centrifugális erő hatására lefut, vékony filmet képezve.

$$d_{\max} = k \frac{\delta^{0,46} \sigma_f^{0,46} \eta^{0,08}}{v_k \rho_f^{0,54}}$$

A folyadékmennyiség növelése esetén (állandó fordulatszám mellett) a tárcsaátmérőt is növelni kell, ellenkező esetben a képződött cseppek mérete változni fog.



## PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

Dimenzió analízissel levezetve a különböző típusú porlasztófejek működési egyenletei egyformává válnak:

$$\frac{d_{\max}}{D} = k Re^{-0,08} We_{\text{kap}}^{-0,46}$$

D – jellemző méret (fúvóka átmérő, filmvastagság, rés nyílása)

$$Re = \frac{vD\rho_f}{\mu_f}$$

$$We_{\text{kapillaris}} = \frac{\rho_{\text{lev}} v^2 D}{\sigma_f}$$



## PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A méretezés alapja, hogy a legnagyobb méretű csepp is elpárologjon, mire kilép a készülékből.

A csepp útját két szakaszra kell bontani:

- A „fékút”, amíg a fejből kilépő, leszakadó csepp lelassul és felveszi az állandó ülepedési sebességet.
- Az ülepedési szakasz, ahol a csepp állandó (relatív) sebességgel ülepedik.

Mint minden szárításnál, itt is egyidejű hő- és anyagátadással kell számolni.



## PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A második, ülepedési szakasz leírása az egyszerűbb, minden lamináris:

$$Nu = 2 + 0,6 Re^{0,5} Pr^{1/3}$$

$$Sh = 2 + 0,6 Re^{0,5} Pr^{1/3}$$

abból a  $Nu = Sh = 2$  a tiszta diffúzió, az additív tag pedig a konvekciós transzport.

Kis cseppekre ( $d < 80 \mu\text{m}$ ) az ülepedési sebesség elhanyagolható, az additív tag eltűnik. Ez vizes oldatoknál mindig érvényes – vagy már a porlasztásnál, vagy a párolgás miatti méretcsökkenés következtében.



## PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A fékút leírása bonyolultabb, mert:

- a csepp körül az áramlás nem lamináris
- a csepp még nem gömb alakú, lüktet, hullámzik
- a csepp belsejében is van áramlás, hőtranszport
- a párolgás megvastagítja a felületi határréteget

$$Nu = 3,32 Re^{0,5} Pr^{1/3} Fr^{-0,077} \Delta H / c_p \Delta T$$

Ebben a szakaszban a párolgás sokkal intenzívebb, mint az ülepedésnél. Sokszor a víz 90 %-a itt megy el.

- erre kell figyelni, erre kell méretezni
- ezért jobb az egyenáram

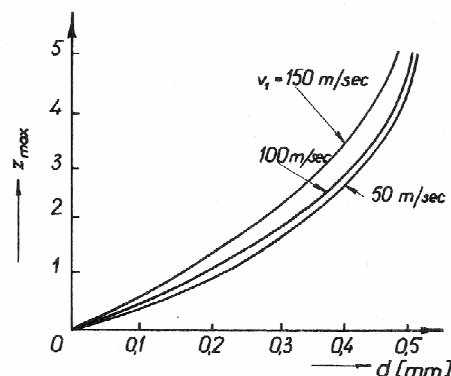


## PORLASZTÓK MÉRETEZÉSE

A szárítókamra sugarát tehát akkorára kell venni, hogy a fékút (egyenesen, vagy ferdén) beleférjen.

→ a tárcsás porlasztóhoz tömzsi test kell, a fúvókás-hoz magasabb, karcsú.

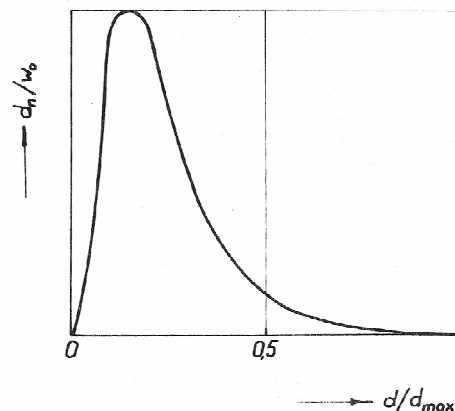
A fékút hossza a csepp-átmérő függvényében közel másodfokú:





## SZEMCSEMÉRET

A porlasztva szárításnál kulcsparaméter a termék szemcsemérete. Ez egyenesen arányos a cseppek méretével. A méreteloszlás a porlasztófej típusától és a belépési sebességtől függetlenül:



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

17

## SZEMCSEMÉRET

A szemcseméret egyenesen arányos a cseppek méretével → nézzük az ezt befolyásoló tényezőket:

A betáplált oldat

- felületi feszültsége
- viszkozitása
- koncentrációja

Első közelítés: újra a Bär egyenlet:

$$d = \frac{8K\sigma_f}{\rho_f v_0^2}$$

A mérések szerint a viszkozitásnak nincs hatása → egyezik az egyenlettel.



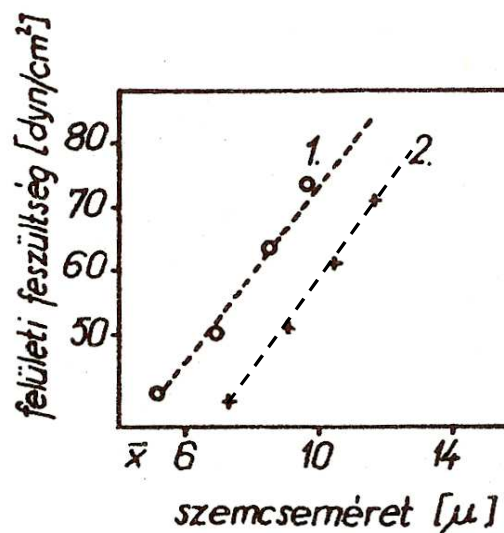
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

18

## A FELÜLETI FESZÜLTSG

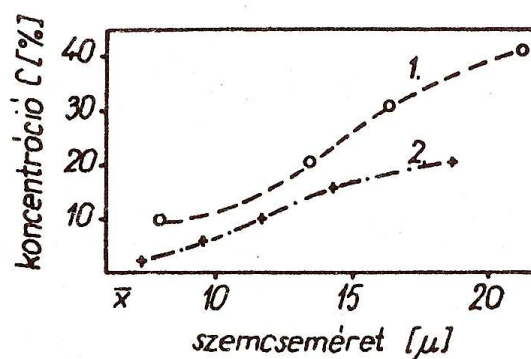
értékét detergensok hozzáadásával szabályozhatjuk.

A mérési adatok igazolják, hogy a kapcsolat tényleg lineáris.



## A CSEPPEK MÉRETE

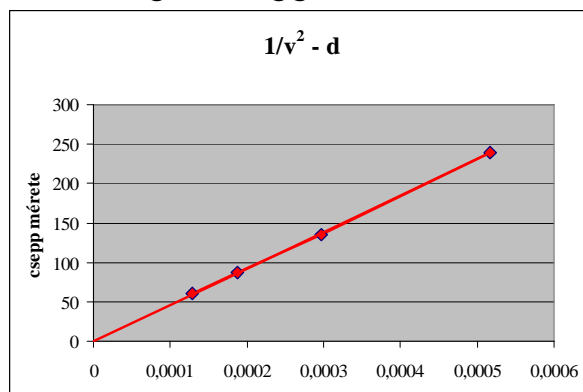
Az oldat koncentrációja direktben nem befolyásolja a cseppek méretét. Viszont növeli a folyadék sűrűségét, ezáltal csökkenti a csepp méretét. A több oldott anyag miatt ugyanakkora cseppekből nagyobb szemcsék lesznek. Kicsit megváltoztatja a felületi feszültséget is  $\rightarrow$  monoton növekvő, de nem lineáris kapcsolat.



## A CSEPPEK MÉRETE

függhet még a belépési sebességtől is (Bär egyenlet):  
Ez pedig a porlasztó tárcsa kerületi  
sebességétől függ:

$$d = \frac{8K\sigma_f}{\rho_f v_0^2}$$



## A SZÁRÍTÓ TERHELHETŐSÉGE

A szárító terhelhetőségét az kg elpárologtatott víz/óra mértékegységben adják meg.

$$W (H_{\text{levegő be}} - H_{\text{levegő ki}}) = W_{\text{víz}} H_{\text{párolgási}}$$

A bevitt hő mennyisége a levegő térfogatáramától (fix, beépített érték) és a belépő hőmérséklettől (szabályozható) függ. Ezt az anyag hőérzékenysége szabja meg. Az anyag hőmérséklete a párolgás miatt nem azonos a belépő hőmérséklettel, hanem 100 fok alatt marad (ld. a nedves hőmérő hőmérséklete).



## A SZÁRÍTÓ TERHELHETŐSÉGE

A kilépő levegő hőmérséklete terheléstől függ – minél nagyobb mennyiségű vizet kell elpárologtatni, annál alacsonyabb lesz.

Határérték: az anyag „elegendő mértékben” száradjon meg – ne maradjon benne a kívánnál több víz, és ne tapadjon a készülék és a ciklon falához.

→ tapasztati úton, kísérletekkel lehet meghatározni



## PORLASZTVA SZÁRÍTÁS

Előnyei:

- az apró cseppek miatt nagy a fajlagos felület
- emiatt gyors a párolgás
- emiatt rövid a kontaktidő
- az anyag csak a nedves hőmérő hőmérsékletéig melegszik
- kíméli a hőérzékeny anyagokat

