

## A TERMÉKIZOLÁLÁS MŰVELETEI

A fermentációs technológiák két egymást követő szakaszra oszthatók:

a fermentáció előkészítésétől a szaporítás, a termékképzés végéig terjed az „**UPSTREAM-PROCESSING**”. Ez a fermentáció végéig tart, amikor már rendelkezésünkre áll kész fermenté, amely tartalmazza a kívánt végterméket. Ezt a pontot nevezik a fermentáció „vágásának” → eddigi előadások

a „vágás” után következnek a végtermék izolálása, amelynek során a sok-komponensű fermentéből a tiszta (tisztított) végtermék felhasználásra alkalmas formába kerül. Ezt a feldolgozási művelet-sort nevezik „**DOWN-STREAM PROCESSING**”-nek → ez itt most




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## MI JELLEMZŐ A FELDOLGOZÁSI TECHNOLÓGIÁKRA?

- A termék híg vizes oldatban van (fermenté)
- léptékek változatosak (néhány gram/év – 10<sup>6</sup> tonna/év)
- sokféle feldolgozó műveletet tartalmaz
- sokféle zavaró anyag van jelen




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## MŰVELETI SORREND

Nincs rögzített sorrend, de vannak általános irányelvek:

1. Sejtek elválasztása → szilárd-folyadék elválasztás műveletei (más szilárd anyagok is lehetnek)

(1/b Sejtfeltárás: csak akkor szükséges, ha a termék a sejten belül van = intracelluláris)

2. Koncentráló lépés(ek) → a nagyobb mennyiségben jelen lévő szennyezéseket, elsősorban a vizet választjuk el.

3. Tisztítás → a termék és a szennyező anyagok elválasztása.

4. Végtisztítás (polishing) → a terméket a kereskedelmi forgalomba hozás előírásainak megfelelő tisztaságig tisztítják.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 1. SEJTEK ELVÁLASZTÁSA

A szilárd-folyadék elválasztás műveletei:

- Szűrés: (ld.vegyipari rész)
- Centrifugálás, ülepítés: (ld.vegyipari rész)
- Membránszűrés: nincsen szűrőlepeny, nem rakódik le semmi a felületre, a szűrés magán a membránon történik → később

### 1/b. SEJTFELTÁRÁS

A sejtfeltárásnak tucatnyi különböző módszere van, ezekkel nem foglalkozunk részletesen.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. KONCENTRÁLÓ MŰVELETEK

Cél az anyag és a víz szétválasztása. Műveletei:

1. **Extrakció:** a vizes fázist (fermentlé) összekeverjük egy a vízzel nem elegyedő szerves oldószerrel (pl. benzin, olaj, stb.). A lében oldott molekulák közül a hidrofób jellegűek átoldódnak az oldószerbe. A két folyadék a sűrűségkülönbség szerint szétválk, rétegeződik, így elválaszthatók.

A két fázisban mérhető koncentrációk aránya állandó, ez a **megoszlási hányados**:

$$K = C_{\text{oldószer}} / C_{\text{víz}}$$




---

---

---

---

---

---

---

---

---

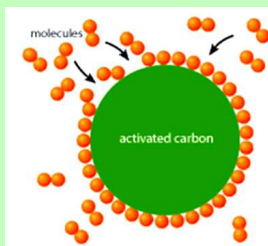
---

## 2. KONCENTRÁLÓ MŰVELETEK

2. **Adszorpció:** valamilyen szilárd anyag (**adszorbens**) felületén kötjük meg a célterméket. Ez lehet pl. aktív szén, vagy ioncserélő gyanta.

Egy következő lépésben más összetételű oldószerrel leoldjuk az anyagot a felületről.

Nem keverendő össze az **abszorpcióval**, amelynél a fázis belsejében történik az elnyelés, pl. gázok elnyelése folyadékban




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. KONCENTRÁLÓ MŰVELETEK

3. Csapadékképzés/kicsapás: az oldatot valamilyen anyag hozzáadásával túltelítetté tesszük, ettől amorf szerkezetű (nem kristályos) csapadék válik ki. A csapadékot szűréssel vagy centrifugálással elválasztjuk, így szabadulunk meg a víztől.

A kicsapószer lehet:

- Sav/lúg (pH állítás)
- Sók („kisózás”)
- Oldószer (vízzel elegyedő: alkoholok, aceton)




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2. KONCENTRÁLÓ MŰVELETEK

4. Membránműveletek: a **membrán** közbenső fázis két fluidum között, amelyen keresztül szelektív anyagtranszport folyik.

Pórusain egyes anyagokat átenged, másokat nem. Ha a víz, és a kis molekulák átmennek, de a termékünk nem, betöményíthetjük és tisztíthatjuk az oldatunkat.

Az anyagok átáramlásának többféle hajtóereje lehet:

- nyomáskülönbség ( $\Delta p$ )
- koncentrációkülönbség ( $\Delta c$ )
- potenciálkülönbség ( $\Delta U$ )




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## A membrános elválasztások csoportosítása

	Belépő fluidum	Kilépő fluidum	Hajtóerő	Átlép	Visszamarad
Gázpermeáció	gáz	gáz	koncentráció v. parciális nyomás	gáz	
Pervaporáció	oldat	gáz	koncentráció v. parciális nyomás	gáz	
Dialízis	oldat	oldat	koncentráció különbség	kismol. anyagok	nagymol. anyagok
Elektrodialízis	oldat	oldat	elektromos tér	ionok	
Reverz omózis	oldat	oldat	nyomás	oldószer	
Ultraszűrés	oldat	oldat	nyomás	kismol. anyagok	nagymol. anyagok
Mikroszűrés	szuszpenzió	oldat	nyomás	nagymol. anyagok	kolloid részecskék
Szűrés	szuszpenzió	szuszpenzió	nyomás	kolloid részecskék	makro-részecskék




---

---

---

---

---

---

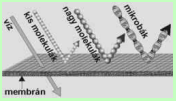
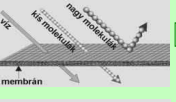
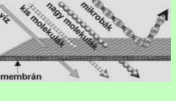
---


---

---

---

### Membránműveletek mérettartománya

<p>Ionok, kis molekulák</p>	→	<p>fordított (reverz) ozmózis</p>	
<p>Makromolekulák</p>	→	<p>ultraszűrés</p>	
<p>Lebegő, szilárd részecskék</p>	→	<p>mikroszűrés</p>	



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

10

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### MŰVELETI SORREND

3. Tisztítás → a termék és a szennyező anyagok elválasztása.  
 Jellemző műveletek: az összes eddigi kromatográfia

4. Vég tisztítás (polishing) → a terméket a kereskedelmi forgalomba hozás előírásainak megfelelő tisztaságig tisztítják.  
 Jellemző műveletek: az összes eddigi kristályosítás, szárítás



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

11

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

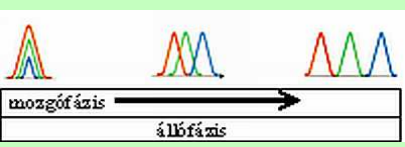
---

### A kromatográfiás elválasztás elve

Mintakomponensek


Mozgófázis (folyadék, gáz)

Állófázis (töltet)



Szorpció: az oldott anyagok valamilyen kölcsönhatással megkötődnek az állófázison

- lassabban mozognak, mint a folyadék (retenció)
- eltérő vándorlási sebesség
- az oszlop végén elkülönülve jelennek meg.



BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudomány Tanszék

12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kromatográfia

Dinamikus szétválasztás vándoroltatással („futóverseny”). Elve: van egy álló és egy mozgó fázis (folyadék vagy gáz áramlik a tölteten), a két anyag folyamatosan érintkezik. A mintát (több anyag keveréke) a mozgó fázisba adagolják be. A mozgó fázis viszi magával az anyagokat, azok végigvándorolnak a tölteten. Ezek közül az erősebben kötődő anyagok lassabban vándorolnak az oszlopban, a gyengén kötődők gyorsabbak, a nem kötődők a mozgó fázissal együtt mozognak. Az oszlop végén az egyes komponensek külön-külön jelennek meg, előbb a gyorsan vándorlók, aztán a lemaradók.




---

---

---

---

---

---

---

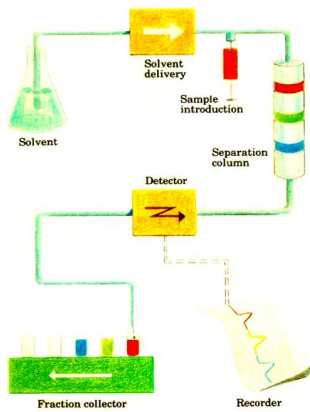
---

---

---

## A kromatográfiai berendezések általános felépítése

- Oldószer szállítás
- Minta adagolás
- Oszlop
- Érzékelő
- Frakció gyűjtés




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Kristályosítás

Hasonlít a csapadékképzéshez, mert itt is túltelített oldatból válik ki az anyag. De: itt az anyag rendezett szerkezetű, nem amorf.

A kristályosítás során nem csak a víztől szabadulunk meg, hanem nagymértékben tisztul is az anyag.

A túltelítés létrehozása:

- Bepárlással tömény oldatot hozunk létre
- Lehűtve az oldhatóság csökken, az oldat túltelítetté válik.




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## Szárítás

A nedves anyagot folyamatosan meleg levegővel érintkeztetjük, ami elpárologtatja és elviszi az vizet.

A levegő hőt ad le (párolgáshő) és anyagot (vízgőzt) vesz fel → egyidejű hő és anyagátadás, nehéz számolni.

A biológiai anyagok hőérzékenyek, ügyelni kell a szárító levegő hőmérsékletére.



---

---

---

---

---

---

---

---