



Installation of Alfa Laval M39-modul til fermenteringsindustrien.

Membranfiltrering i bioteknologi

Fra antibiotika til biokemikalier og biobrændsel. Her gives en oversigt over den aktuelle status for membranprocesser i fermenteringsindustrien.

Af PhD, Dipl.Ing., BEng Frank Lipnizki, Alfa Laval

Moderne bioteknologi begyndte med Pasteurs produktion af mælkesyre i 1857 og Flemings opdagelse af penicillin i 1928. Disse milepæle foranledigede den første bølge af bioteknologiske processer, der flyttede produktionen af især antibiotika og aminosyrer fra laboratorierne til industriel målestok. I den anden bølge af bioteknologiske processer blev molekylær teknik brugt til at rekombinere dna.

I slutningen af årtusindet begyndte så den tredje og stadig aktuelle bioteknologiske bølge: her erstattes de kemiske processer, der bruger C_2/C_3 -kemi baseret på olie og gas, med bioteknologiske processer.

De vigtigste egenskaber for membraner i biotekindustrien er:

- Drift ved lav til moderat temperatur, hvilket sikrer varsom produktbehandling.
- Brug af selektive separeringsmekanismer som f.eks. sigtning, opløsningsdiffusion eller ionbytning.

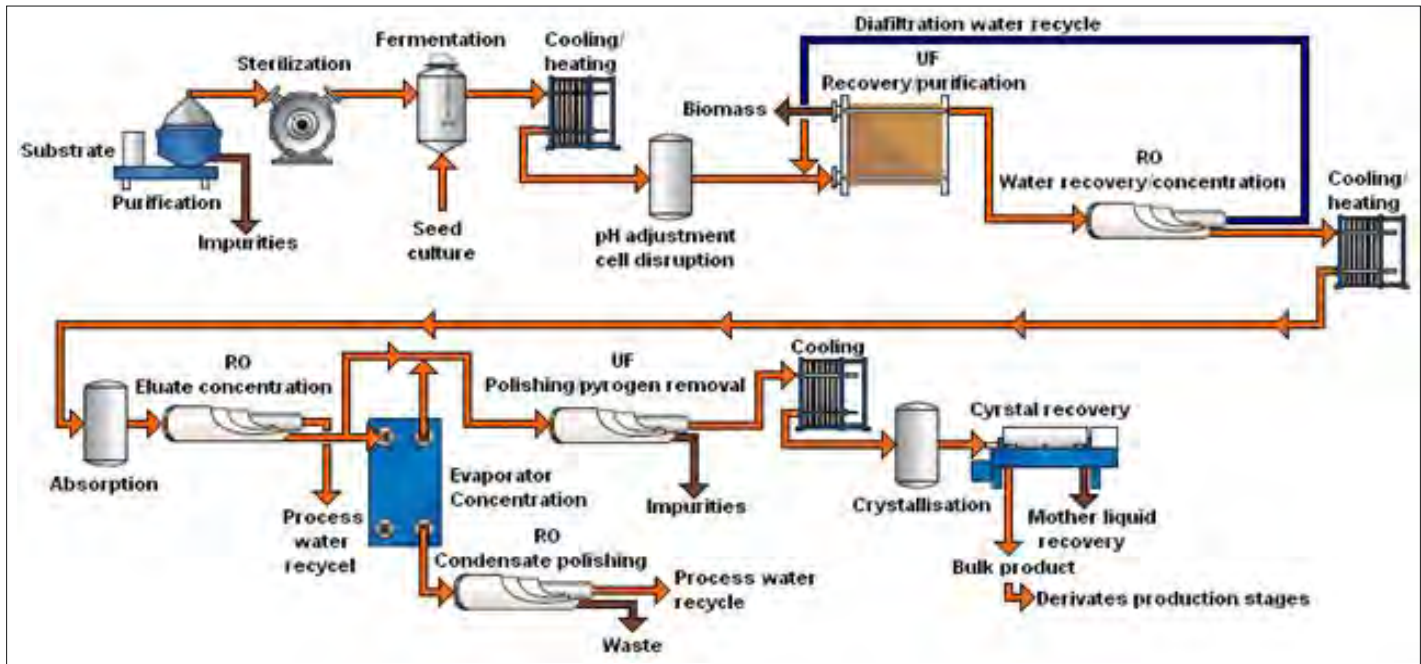
- De er nemme at installere pga. modulært design.
- De har reduceret energiforbrug sammenlignet med traditionelle inddampere og kondensatorer.
- Integration af synergiprocesser med f.eks. separatorer og inddampere, som samlet giver forbedret drift.

De vigtigste membranprocesser i den bioteknologiske industri er mikrofiltrering (MF), ultrafiltrering (UF), nanofiltrering (NF) og omvendt osmose (RO). Hovedfunktionerne for disse membranprocesser er sammenholdt i tabel 1, side 18.

Brug af membranprocesser

Brugen af membranprocesser i produktionen af bulkfermenteringsprodukter har i vid udstrækning været etableret siden 1970'erne og omfatter bulkprodukter som f.eks. aminosyrer, organiske syrer, antibiotika, enzymer og biopolymerer.

For at vise potentialet for membranprocessen i bulkfermenteringsprocessen er produktionen af antibiotika blevet udvalgt som eksempel (figur 1). Den første vigtige anvendelse af



Figur 1. Udvalgte membranmuligheder inden for produktion af antibiotika.

membraner inden for produktionen af antibiotika er separering af antibiotika fra fermenteringsmediet vha. MF eller UF. MF-/UF-membraner som afviser biomassen og tillader antibiotika at blive ført ind i permeatet. For at maksimere udbyttet af denne

proces kan diafiltreringsvand – vand af høj kvalitet, der fortynder fødestrømmen – tilsættes. Moduler med åbne kanaler er en robust og energieffektiv løsning til håndtering af strømme med middel og høj viskositet med opslæmmede stoffer som f.eks.

Dosering Sigtning, Transport

af pulver og granulater
til den kemiske industri

Alvibra
- din vibrationspecialist

- Høj effektivitet
- Stor energibesparelse
- Meget støjsvag

Patenteret, energibesparende og støjsvagt **VibraDrive®** drivsystem

Sigtning

Dosering

Transport

Vibration - the natural force

info@alvibra.com

www.alvibra.com

Tlf.: +45 62 22 72 17

Membranteknologi	Egenskaber
<p>Reverse osmosis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • NaCl-afvisning: > 95–96% • Typisk driftstryk: 15-70 bar • Koncentration af væsker med lave molekulære forbindelser ved lave faststofniveauer
<p>Nanofiltration</p>	
<p>Ultrafiltration</p>	
<p>Microfiltration</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • MgSO₄-afvisning: > 97% • Typisk driftstryk: 5-35 bar • Tillader passage af monovalente ioner • Afviser divalente og større ioner og de fleste organiske komponenter
	<ul style="list-style-type: none"> • Skærepunkt for molekylvægt: 1-100 kDalton • Typisk driftstryk: 1-10 bar • Tillader passage af salte, sukkerstoffer, organiske syrer og små peptider • Afviser proteiner, fedtstoffer og polysakkarider
	<ul style="list-style-type: none"> • Porestørrelse: 0,1-1 µm • Typisk driftstryk: < 2 bar • Kun opløselige faststoffer, bakterier og fedtkugler afvises

Tabel 1. De vigtigste membranteknologier inden for bioteknologi.

fermenteringsmediet. Illustrationen i starten af artiklen viser en installation af disse moduler i fermenteringsindustrien.

Efter dette kan UF-permeatstrømmen opkoncentreres af NF og RO. Det giver koncentrerede antibiotikastrømme i en vandfase, hvilket kan være anvendeligt i forbindelse med direkte genanvendelse som diafiltreringsvand i det tidlige MF-/UF-stadie. I det efterfølgende trin renses antibiotika yderligere ved f.eks. absorption, bundfældning og udvidelse af opløsningsmidler.

Ved at tage absorberingsvejen kan RO bruges efter absorption som et indledende koncentrationstrin før inddampning. Desuden kan inddamperkondensatet fra trinnet med termisk koncentration behandles med RO for at opnå rensat procesvand, som potentielt kan anvendes. Som den sidste mulighed i denne proceslinje kan UF bruges før krystallisering til at fjerne pyrogen og andre urenheder.

Ordforklaring:

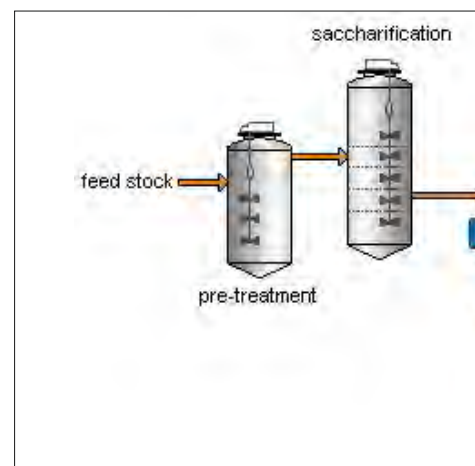
Koncentrat: Væskestrøm, der er afvist af membranen.

Cross-flow-filtrering: Kontinuerlig membranproces, der separerer føden i en permeat- og en konzentratstrøm.

Diafiltrering: Membranbaseret separeringsproces til fjernelse/reducering af små molekulære komponenter fra føden. Det opnås ved at erstatte mængden af permeatet, der fjernes fra føden, med diafiltreringsvand, der tilsættes vandet.

Føden: Væskestrøm, der kommer ind i membranprocessen eller -modul.
Membran: Semigennemtrængelig barriere, der giver visse komponenter mulighed for at passere, mens andre afvises. Membraner til MF, UF, NF og RO fremstilles typisk i keramiske eller polymermaterialer.

Permeat: Væskestrøm, der passerer gennem membranen.



Fremtidige bioraffinaderier

Bioraffinaderier er integrerede biotekfaciliteter, der skal sikre fuld udnyttelse af fødematerialet til den samtidige produktion af f.eks. fødevarer, biobrændsel og biokemikalier. Som eksempler kan nævnes den integrerede produktion af biobrændsel og/eller biopolymerer/biokemikalier fra sukker og/eller cellulosebaserede fødematerialer i fabrikker inden for sukker/stivelse eller papirfabrikker. Afhængigt af råmaterialet, f.eks. biomasse fra træ eller

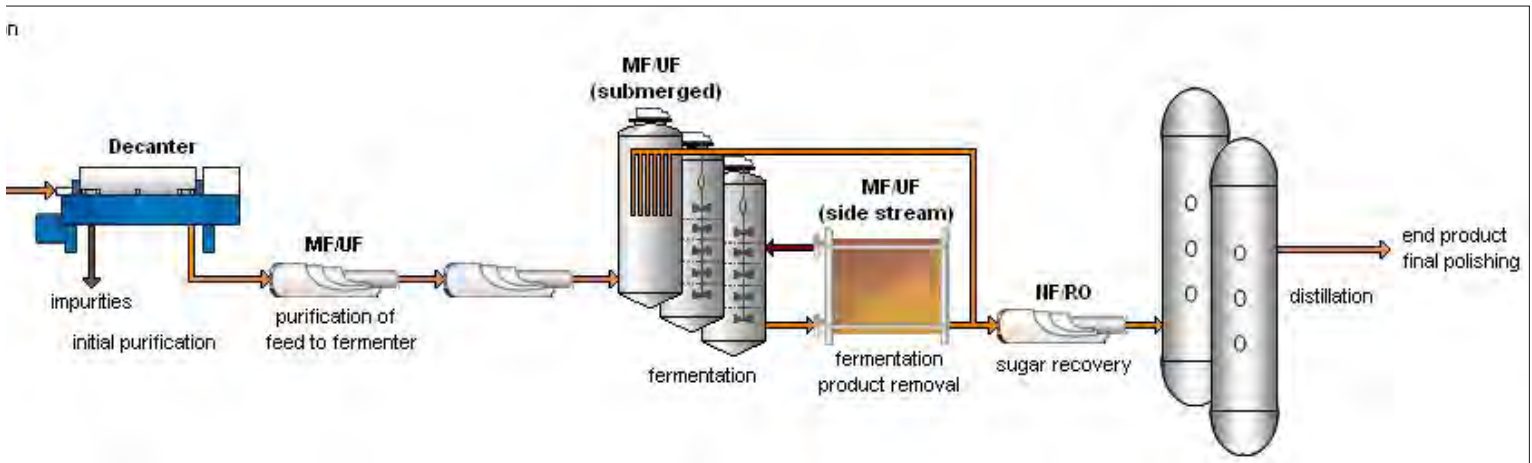
stivelse, er det første trin forbehandlingen og konverteringen af råmaterialet til sukker (figur 2). Afhængigt af hvilken type af sukkerdannelsestrin, der er tale om, skal sukkeret poleres, før det behandles yderligere. Tallerkenstak-centrifuger og dekantere kan sammen med MF eller UF sikre en effektiv løsning. Derudover kan UF bruges til at gendanne de enzymer, der bruges til konvertering, så de kan genbruges.

Hvis sukkerkoncentrationerne er meget lave, er det muligt at anvende RO, så der opnås en mere energieffektiv sukkerkoncentration på 25–35°Brix. Sukkerstrømmen kan derefter konverteres til det ønskede biobrændsel eller biopolymerer/biokemikalier vha. fermentering.

Under fermenteringen kan MF eller UF bruges til at gendanne fermenteringsprodukterne fra fermenteringsanlægget og dermed forhindre, at produktinhibitorer stopper fermenteringen. Konceptet med en membranbioreaktor (MBR) kan enten benyttes ved en metode, hvor der bruges sidestrøm, eller med membraner, der direkte nedsænkes i fermenteringsanlægget.

Lidt historik

Siden Sidney og Sourirajan opfandt membranen med faseinvertering i 1960'erne, er membranfiltreringsteknikker med succes blevet integreret i bioteknologiske produktionsprocesser. Teknologien fandt hurtigt anvendelse i Danmark, og i 1965 begyndte De Danske Sukkerfabrikker A/S (DDS) udviklingen og produktionen af cross-flow-membraner og membranprocesser, der førte til etableringen af DDS Filtration, som nu er Business Centre Membranes hos Alfa Laval.



Figur 2. Membranmuligheder i bioraffinaderier til produktion af biokemikalier og biobrændsel.

Hvor metoden med sidestrøm er velunderbygget, er metoden med nedsækning stadig under udvikling. Brug af MF eller UF til denne separation af fermenteringsprodukterne fra fermenteringsmediet medfører, at permeatstrømmen indeholder det ønskede produkt kombineret med sukker. Med NF kan man separere sukkeret fra fermenteringsproduktet, f.eks. bioethanol eller organiske syrer, og derefter genanvende det direkte i fermenteringen eller i trinnet med sukkerkoncentrationen. De fortyndede biobrændstoffer/biokemikalier kan derefter koncentreres ved inddampning eller destillation.

Fremtidsudsigter

Membranprocesserne vil som meget selektive og energieffektive separeringsprocesser fortsat vinde udbredelse. Det gælder både inden for produktionsprocessen af nuværende fermenteringsprodukter og i fremtidige bioraffinaderier. Især er integrerede procesløsninger, der kombinerer membranprocesser med konventionelle separeringsteknologier, områder, hvor der sker en spændende udvikling.

E-mail
Frank Lipnizki: frank.lipnizki@alfalaval.com

Nyt lovkrav - 1. Marts 2013

Alle visuelle alarmeringssystemer skal være **EN-54-23 certificeret**

Advarselsblink og -sirener

Pfannenberg er verdens førende producent af advarselsblink og -sirener. Certificerede i overensstemmelse med **EN 54-23, EN 54-3 og VdS.**



Gas Detect

Automatisk bumptest og kalibrering -
Vi gemmer al dokumentationen for dig



Mere end 87.000 gasdetektorer tilmeldt iNet

GasDetect · www.gas.dk · Tlf. 42425070 · info@gas.dk