



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 0017/94
(22) Indleveringsdag: 03 jan 1994
(41) Alm. tilgængelig: 01 jul 1994
(45) Patentets meddelelse bkg. den: 05 aug 1996
(86) International ansøgning nr.: -
(30) Prioritet: 30 dec 1992 US 998371

(51) Int.Cl.6
A 23 C 3/00
A 01 J 11/06

(73) Patenthaver: *Pall Corporation; 2200 Northern Boulevard; East Hills; New York 11545, US
(72) Opfinder: Peter John *Degen; US, Tony *Alex; US, Joseph W. *Dehn; US

(74) Fuldmægtig: Budde, Schou & Co. A/S

(54) Fremgangsmåde til fremstilling af mælk med nedsat bakterieindhold ved dynamisk mikrofiltrering

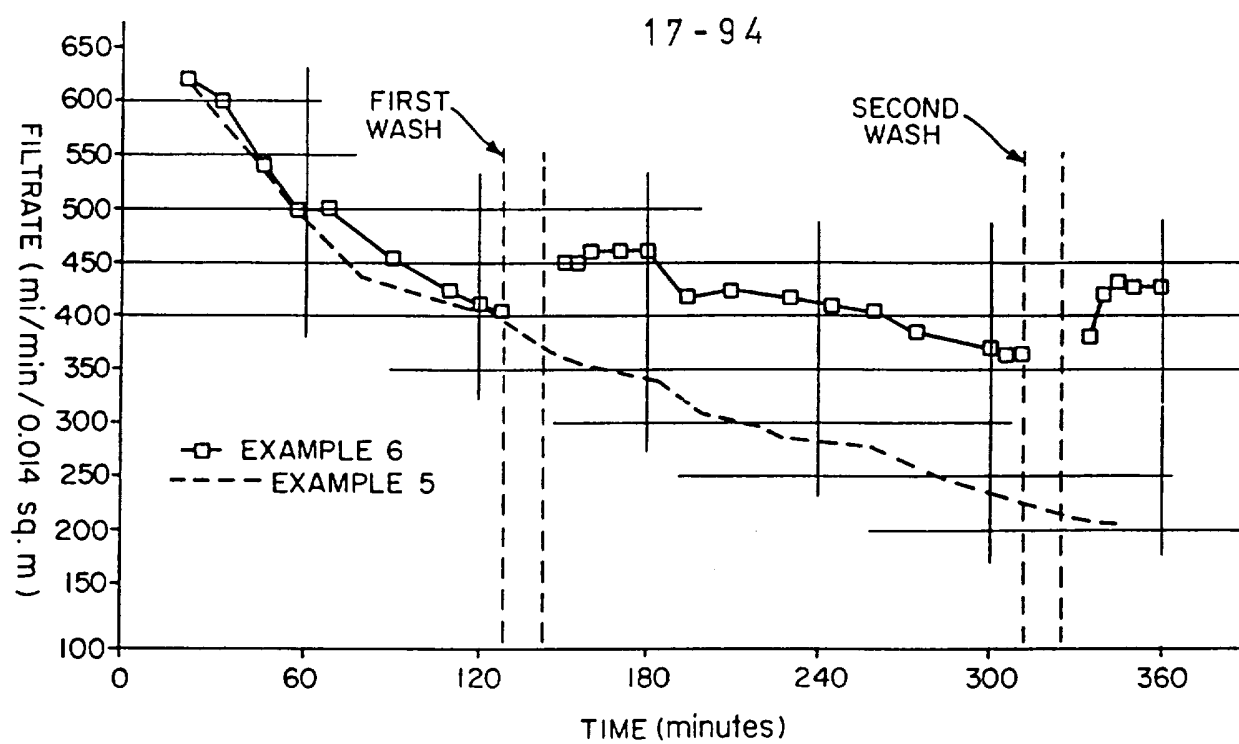
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammen drag:

17 - 94

Mælk homogeniseres og underkastes inden for højst 5 minutter derefter dynamisk mikrofiltrering til frembringelse af et filtrat, hvis bakterieindhold er lavere end i den oprindelige ubehandlede mælk. Når mælkens strømningshastighed gennem mikrofilteret falder under et forudbestemt niveau, tages det dynamiske mikrofilter ud af tjeneste, skylles med vand og gen-indsættes i tjeneste, idet disse trin gentages efter behov, indtil membranen ikke længere kan "forynges" til en minimums-filtreringsevne, ved hvilket tidspunkt membranen underkastes kemisk rengøring, således at dens oprindelige filtreringsevne i alt væsentligt genoprettes.

FIG. 7



Opfindelsen angår en fremgangsmåde til fremstilling af mælk, enten sødmælk eller skummetmælk, med et nedsat bakterieindhold, ved hvilken fremgangsmåde der anvendes dynamisk mikrofiltrering, således som nærmere angivet i indledningen til krav 1.

Den velkendte pasteuriseringsproces til at dræbe bakterier i mælk er blevet anvendt i et stort antal tiår. Uheldigvis medfører de højere temperaturer, der kræves i pasteuriseringsprocessen, en forringelse af mælkens aroma. Desuden er det ved pasteuriseringsprocessen, selv om der anvendes høje temperaturer, ikke muligt at eliminere alle uønskede bakterier, hvad der er årsagen til, at de fleste mælkeprodukters lagringstid er kort.

Bacillus cereus er ofte den fremherskende bakterie i mælk, der er blevet behandlet på sædvanlig måde og er ved at blive forholdsvis gammel, eftersom denne bakterie kan overleve pasteuriseringsprocessen og desuden trives ved lave temperaturer og derved bidrage til, at mælken bliver fordærvet. Der findes et almindeligt behov for en fremgangsmåde til at formindske bakterieindholdet i mælk, både sødmælk og skummetmælk, med henblik på at forbedre produktets lagringsstabilitet og forbedre dets aroma ved at undgå pasteuriseringsprocessen.

Inden for dette område er man kendt med forskellige fremgangsmåder til fremstilling af mælk med nedsat bakterieindhold ved brug af filtrering, men ingen af disse fremgangsmåder har fundet nogen udbredelse af betydning. Fremgangsmåderne ifølge den tidligere teknik vil i almindelighed enten medføre lave strømningshastigheder, der gør fremgangsmåden uøkonomisk i større målestok, eller at mælkens kvalitet forringes, så at produktet ikke kan accepteres af forbrugerne.

Det er således indlysende, at porerne i de inden for denne teknik anvendte filtre, hvormed det er muligt at stabilisere mælk, ikke alene fjerner bakterierne, men også fedtperlerne og i det mindste nogle af proteinerne. Et sådant

filter bliver hurtigt blokeret af opfanget materiale, og derfor falder strømningshastigheden gennem filteret hurtigt, og filteret skal rengøres eller udskiftes hyppigt. De høje omkostninger ved en sådan ineffektiv proces er i almindelighed uoverkommelige. Eftersom filteret tilbageholder fedtperler og proteiner, sker der også en forringelse af mælkens kvalitet.

Det fremgår af ovenstående betragtninger, at der er et fortsat behov for en forbedret fremgangsmåde til filtrering af mælk, hvorved der kan tilvejebringes et sterilt eller næsten sterilt produkt med forlænget lagerlevetid, og som ikke forringer mælkens kvalitet.

Der er indtil nu blevet gjort forskellige forsøg på at anvende filtreringsindretninger med tværgående eller tangential strømning til behandling af mælk, idet sådanne indretninger kendes inden for denne teknik.

Filtrering med en tværgående strømning adskiller sig væsentligt fra filtrering med gennemgående strømning ved, at den tilførte væske indføres parallelt med filteroverfladen, idet filtreringen finder sted i en retning vinkelret på tilførselsstrømmens retning. I filtreringsudstyr med tværgående strømning vil, eftersom tilførselsstrømmens retning ligger tangentialt på membranoverfladen, ophobning af de frafiltrerede faste substanser på filtermediet i almindelighed blive formindsket på grund af strømningens forskydnings-effekt. Filtrering med tværgående strømning muliggør således drift i en quasi-stabil tilstand med en næsten konstant strømning, når den fremdrivende trykforskel holdes konstant. De partikler, som til at begynde med indtræder i væg-matrixen, bliver til sidst fanget i denne, på grund af porestrukturens uregelmæssige og stærkt bugtede karakter. Efterhånden som mikrofiltreringen skrider fremad, vil indtrængen af yderligere små partikler i væg-matrixen blive hæmmet af tilstedeværelsen af den dynamiske membran. Dannelsen af den dynamiske membran vil, eventuelt sammen med tilstopning af rørets porestruktur med fangede partikler, medføre et fald

i filtreringsstrømmen. I sædvanlige anlæg er dette fald tilnærmelsesvis en eksponentialfunktion af filtreringstiden.

Der er blevet gjort forsøg på filtrering af mælk med tværgående strømning, men dette har på grund af de oven-
5 for omtalte problemer ikke fundet større udbredelse.

Det vil således kunne indses, at anvendelsen af filtrering med tværgående strømning indtil nu ikke har udgjort en acceptabel fremgangsmåde til at formindske bakterieforurening i mælk.

10 Der er fremkommet en måde til at overvinde nogle af de problemer, der er forbundet med den klassiske filtreringsteknik med tværgående strømning; denne måde kendes som "dynamisk mikrofiltrering". Den dynamiske filtreringsproces overvinder ulemperne med den klassiske teknik med tværgående
15 strømning, eftersom den væske, der skal filtreres, ikke blot ledes tangentialt hen over membranoverfladen, men membranoverfladen eller et i nærheden af membranoverfladen beliggende fast legeme bevæges på en sådan måde, at grænsefladen eller grænseområdet mellem rotoren og statoren
20 underkastes en forskydningseffekt. Forskydningseffekten søger at "skrubbe" membranoverfladen, så at denne holdes forholdsvis fri for partikelmateriale, og forhindrer dannelse af en filterkage på membranoverfladen. Det partikelmateriale, som ellers ville samle sig på membranoverfladen, for-
25 bliver i suspension, og fjernes til sidst i sekundærstrømmen, i almindelighed omtalt som en koncentratstrøm.

Det er tidligere blevet erkendt, således som mere indgående forklaret i US patentskrift nr. 5.256.437 med prioritet fra 19. juni 1992, at det er muligt at udføre
30 dynamisk mikrofiltrering af mælk med held, uden den tidligere tekniiks problemer med hensyn til forringelse af mælkekvaliteten, for tidlig tilstopning af filteret og utilstrækkelig fjernelse af bakterier.

Ifølge ovennævnte US patentskrift nr. 5.256.437 bliver
35 mælk, enten sødmælk eller skummetmælk, først homogeniseret og derpå underkastet filtrering. Ved at udføre homogenise-

ringstrinet først opnås, at partikelstørrelsen af fedtperlerne og andre opslæmmede bestanddele i mælken formindskes betydeligt, hvad der tillader mikrofiltrering af mælken, uden at fedtet og andre bestanddele fjernes eller indfanges.

5 Mælk er en emulsion af fedt- og proteinpartikler i vand. Homogeniseringen gør det muligt at formindske emulsionens partikelstørrelse for at muliggøre passage gennem en mikroporøs membran af passende porestørrelse, således at mælkens bakterieindhold tilbageholdes, uden at der sker en
10 uønsket fjernelse af mælkens fedt- og protein-indhold.

Efter homogeniseringen filtreres mælken ved anvendelse af dynamisk mikrofiltrering. Den opfindelse, der er beskrevet i US patentskrift nr. 5.256.437, tilvejebringer således en forbedret fremgangsmåde til fremstilling af mælk med et
15 nedsat bakterieindhold, uden behov for pasteurisering. Den mælkefraktion, der tilbageholdes af mikrofilteret, dvs. koncentrat-fraktionen, kan recirkuleres som en del af tilførselen, eller også kan den kasseres eller anvendes i andre processer. Nærmere angivet omfatter fremgangsmåden ifølge
20 nævnte US patentskrift nr. 5.256.437, at mælken homogeniseres og inden for ca. 5 minutter derefter underkastes dynamisk mikrofiltrering, ved at mælken føres gennem et mikrofilter med en gennemsnitlig porestørrelse, der er tilstrækkelig til at formindske bakterieindholdet i den gennemstrømmende
25 mælk, til frembringelse af et filtrat med et lavere bakterieindhold end den tilførte ubehandlede mælk, samt et koncentrat med et højere bakterieindhold end den tilførte ubehandlede mælk. Den resulterende mælk har et meget lavt bakterieindhold, såsom ca. 10^3 bakterier pr. ml eller mindre,
30 og beholder flere organoleptiske bestanddele, end hvad der findes i pasteuriseret mælk med det samme bakterieindhold.

Selv om fremgangsmåden ifølge nævnte US patentskrift nr. 5.256.437 er nyttig med henblik på at opnå mælkefiltrering som omtalt ovenfor og i nævnte ansøgning, som ved denne
35 henvisning optages i sin fulde udstrækning i nærværende beskrivelse, består et aspekt ved denne nævnte fremgangsmåde,

hvor en forbedring kunne være tænkelig, i faldet i filtreringsstrømningshastighed med tiden. Selv om det med fremgangsmåden ifølge ovennævnte patentskrift er muligt at opnå et resultat, som ikke tidligere har kunnet opnås, nemlig filtrering af mælk til frembringelse af et i alt væsentligt sterilt produkt med bedre egenskaber med hensyn til lagring, smag og andet end pasteuriseret mælk, er fremgangsmåden ikke desto mindre behæftet med den ulempe, at ved forlænget filtreringstid vil mælkens strømningshastighed gennem membranen formindskes, således at fremgangsmådens effektivitet efterhånden forringes. Dersom processen fortsættes, vil strømningen gennem membranen til sidst i alt væsentligt ophøre. Fremgangsmåden vil selvsagt, ved et eller andet tidspunkt i god tid før strømningen til sidst ophører, blive uøkonomisk at holde i kommerciel drift. Det kan være umuligt helt enkelt at udskifte de i den dynamiske filtrering anvendte membraner, dels på grund af disses pris, og dels på grund af de omkostninger, der er forbundet med hyppig udskiftning af sådanne membraner.

Strømningen af mælk gennem f.eks. et mikrofilter med en 0,45 μm membran vil i regelen falde med tiden på en sådan måde, at efter ca. 9 timer mælkefiltrering ved konstant tryk, vil mælkens strømningshastighed gennem membranen være faldet til ca. det halve af den oprindelige strømningshastighed med konstant tryk.

Der foreligger derfor et behov for at ændre fremgangsmåden ifølge US patentskrift nr. 5.256.437 med henblik på at overvinde problemet med at strømningshastigheden falder med tiden, så at fremgangsmåden gøres mere acceptabel set fra et økonomisk synspunkt.

Det har nu vist sig, at det ved hjælp af omhyggeligt styrede og udvalgte skylnings- og rengøringsoperationer på den membran, der anvendes ved dynamisk filtrering af mælk, er muligt at opretholde forholdsvis høje strømningshastigheder gennem membranen. Det har navnlig vist sig, at ved at anvende vand, der strømmer gennem membranen, fortrinsvis i

den fremadgående retning, i et forholdsvis kort tidsrum er det muligt at tilbagegive membranen en betydende procentandel af dets oprindelige filtreringsevne. Den kendsgerning, at det med skylning af membranen med vand er muligt at opnå en
5 sådan dramatisk "foryngelse" af membranens filtreringsevne, er i sandhed overraskende.

Et uheldigt aspekt ved den beskrevne skylning af membranen består imidlertid i, at selv om en betydende del af membranens filtreringsevne genoprettes, står den kends-
10 gerning tilbage, at efter hver skylning er der en vis rest-filtreringsevne, som ikke gen-etableres. Endvidere er den mængde filtreringsevne, som ikke gen-etableres efter hver skylning, kumulativ, så at efter et antal skylninger i rækkefølge vil membranens filtreringsevne forblive under et
15 niveau, der kan accepteres til kommerciel drift.

Således har det for det andet vist sig, at det ved anvendelse af et yderligere, kemisk rengøringstrin er muligt at tilbagegive mikrofilteret i alt væsentligt det hele af filterets oprindelige filtreringsevne. Et sådant kemisk
20 rengøringstrin er imidlertid uønskeligt, både under hensyntagen til tiden og til anlægget som helhed. Ved kemisk rengøring kræves betydeligt længere tid til opnåelse af den ønskede virkning, end hvad der kræves med vand-skykning. Desuden kræver kemisk rengøring og anvendelse af midler af
25 fremmed oprindelse, såsom kaustiske opløsninger, enzymer eller andre tilsætninger med henblik på at genoprette filtreringsevnen. Sådanne midler skal være fuldstændigt fjernet fra anlægget, inden dette igen kan sættes i drift til fremstilling af steril mælk. Kemisk rengøring kan derfor ikke
30 anvendes som det eneste middel til at genoprette mikrofilterets filtreringsevne, eftersom en sådan metode ville kræve en betydelig hviletid under mælkebehandlingsanlæggets drift. Ganske vist kunne et antal filtreringsenheder anvendes i parallel, således at en filtreringsenhed kan holdes i drift,
35 medens én eller flere andre rengøres, men en sådan måde at gribe sagen an på er uønsket, navnlig dersom den kræver

brugen af mange flere sådanne filtreringsenheder, på grund af de høje investeringsomkostninger ved at anskaffe og vedligeholde sådant delvis overflødigt udstyr.

Det har imidlertid vist sig, at en acceptabel måde
5 til at opretholde filtreringsevnen består i at kombinere vandskylningen med kemisk rengøring. Efter at en dynamisk membrans filtreringsevne er faldet under en forudbestemt værdi, bliver membranen ifølge opfindelsen skyllet med vand, indtil filtreringsevnen er blevet genoprettet til et forud-
10 bestemt niveau, hvorpå filtreringsenheden igen sættes i drift. Så snart en membrans filtreringsevne igen er faldet under en forud bestemt værdi, skylles membranen endnu engang med vand, indtil filtreringsevnen er blevet genoprettet til et forud bestemt niveau. En sådan cyclus kan gentages, indtil
15 det ikke længere er muligt at genoprette filtreringsevnen til en minimumsevne, og ved dette tidspunkt underkastes mikrofilteret kemisk rengøring gennem et tilstrækkeligt tidsrum til at genoprette membranens filtreringsevne til i det mindste et forud bestemt minimumsniveau. Derpå sættes
20 filtreringsenheden igen i drift.

Opfindelsen angår således en fremgangsmåde til fremstilling af mælk med nedsat bakterieindhold som indledningsvis nævnt, og denne fremgangsmåde er ifølge opfindelsen ejendommelig ved de trin, der er angivet i den kendetegnende
25 del af krav 1.

Den faktiske årsag til den "tilsvining" af membranen, der optræder under den dynamiske mikrofiltrering af mælk, består højst sandsynligt af flere del-årsager. Det antages, at fedt fra mælken i løbet af et tidsrum krystalliserer
30 inden i membranen og formindsker strømningshastigheden i en hertil svarende udstrækning. Anvendelsen af høj temperatur, såsom ved brug af varmt vand eller varm mælk, som et alternativ i det mindste delvis til varmt vand, vil forårsage smeltning af meget af det krystalliserede fedt, og således
35 fjerne den deraf forårsagede hindring.

Visse bestanddele i ubehandlet mælk vil også hæfte

fysisk til membranens overflade, idet de danner et overfladelag eller et "pudslag" på overfladen. Skylning med vand eller mælk med høj hastighed kan anvendes til at bryde den fysiske vedhæftning af i det mindste en del af sådanne
5 substanser til membranoverfladen.

En anden årsag til forurening af membranen antages at være fysisk indfiltrering af partikelmateriale i membranstrukturen, hvorved sådant partikelmateriale helt enkelt gribes eller fanges inden i membranen. Også her kan en høj-
10 -turbulent strøm af vand eller mælk anvendes til at fjerne nogle indfiltrerede partikler.

Når de beskrevne skylleprocedurer ikke længere er tilstrækkelige til at gen-etablere en væsentlig del af membranens rest-filtreringsevne, er det nødvendigt at anvende
15 kemisk rengøring.

Opfindelsen skal i det følgende forklares nærmere ved hjælp af eksempler under henvisning til tegningen, på hvilken

fig. 1 er et skematisk diagram, der viser det anvendte
20 udstyr,

fig. 2-5 er grafiske fremstillinger, der viser strømningshastigheder som funktion af tiden,

fig. 6 er en hypotetisk grafisk fremstilling af cyklustider og strømningsværdier, og

25 fig. 7 er en grafisk fremstilling, der viser filtratstrømningshastigheden som funktion af tiden.

Udgangsmaterialet er frisk, ubehandlet rå mælk, f.eks. fra et husdyr, såsom en ko. Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan også anvendes på behandlet mælk, f.eks. pasteuriseret
30 mælk, men i så fald vil opfindelsens fordele, såsom fremstillingen af mælk med forbedrede organoleptiske egenskaber, ikke blive opnået til fulde, sammenlignet med ikke-pasteuriseret mælk.

Den rå mælk, der skal behandles, kan først føres
35 gennem en varmeudveksler for at indstille den til en passende temperatur, og derfor, om det ønskes, føres gennem en cen-

trifugal-separator for at fjerne fløde-fraktionen helt eller delvis på sædvanlig måde.

Kort sagt består processen i, at den rå mælk homogeniseres og derpå snarest føres gennem et dynamisk mikrofilter, så at der dannes en filtrat-fraktion og en koncentrat-fraktion. Mikrofilterets porer har en sådan størrelse, at de tilbageholder i det mindste en andel af bakterierne. Filtratet, dvs. den andel af mælke-fraktionen, der passerer gennem membranens tilbageholdelsesoverflade, består af mælk uden eller med et nedsat bakterieindhold (sammenlignet med mælken inden mikrofiltreringen), idet indholdet af fedt og protein er i alt væsentligt uændret. Filtrat-fraktionen kan derpå anvendes umiddelbart til fremstilling af andre produkter, såsom mælkepulver eller emballeres uden yderligere
15 behandling.

Koncentrat-fraktionen, dvs. den andel af mælke-fraktionen, der tilbageholdes af og indvindes fra membranens tilbageholdelsesoverflade, består af mælk med et forøget bakterieindhold (sammenlignet med den tilførte mælk inden
20 mikrofiltreringen) og med et i alt væsentligt uændret indhold af fedtperler og protein. Koncentrat-fraktionen kan derefter kasseres eller anvendes i andre processer.

Filtratet kan indeholde nogle bakterier, men jo lavere bakterieindholdet er, desto større er produktets lagringsholdbarhed. En fuldstændig sterilisering er ønskværdig, men
25 begyndelsesvækstraten i en lille rest-koncentration af bakterier er i regelen tilstrækkeligt lav til, at det resulterende mælkeprodukt alligevel opnår en betydeligt forlænget lager-levetid.

30

Homogenisering

Mælke-fraktionen bliver fortrinsvis først opvarmet eller afkølet, eventuelt efter centrifugal-separering, og inden homogeniseringen til en hertil passende temperatur.
35 Derpå føres mælken ind i en homogenisator, hvori størrelsen af dråberne i det emulgerede fedt formindskes tilstrækkeligt

til, at de kan passere gennem membranen. Fortrinsvis er størrelsen af samtlige partikler i suspension mindre end ca. 1 μ , helst under ca. 0,5 μ . Det er vigtigt, at mælken filtreres forholdsvis snart efter homogeniseringen. Filtreringen bør således udføres mindre end ca. 5 minutter, fortrinsvis mindre end ca. 2 minutter, og helst mindre end ca. 30 sekunder efter homogeniseringen.

Også her er den vigtige faktor ikke ventetiden inden filtreringen, men snarere den kendsgerning, at filtreringen sker inden nogen væsentlig agglomerering af fedtdråber til dannelse af et betydeligt antal partikler større end ca. 1 μ .

Dynamisk filtrering

Ifølge opfindelsen udføres filtreringen som dynamisk filtrering, dvs., at selve filtreringsmediet holdes i konstant bevægelse, så at mælkens effektive strømningshastighed hen over mediet er yderst høj. Den detaljerede fysiske udformning af det dynamiske filter er ikke af kritisk betydning. Membranmediet kan således være formet som f.eks. skiver eller cylindre. Dynamiske mikrofiltrerings-indretninger, der er egnet til udøvelse af opfindelsen, omfatter dem, der er beskrevet i de følgende referencer: USA-patentskrift nr. 5.037.562, 3.997.447, 4.956.102, 4.900.440, 4.427.552, 4.093.552, 4.066.554, og 3.797.662. Blandt de foretrukne skivefiltre er filtre af den type, der er beskrevet i US patentskrift nr. 5.256.437 med prioritet fra 24. december 1991.

Den dynamiske mikrofiltrering muliggør en stor variation af effektive overfladehastigheder for filtreringsmediet i forhold til mælkens tilførselshastighed. F.eks. kan der anvendes en effektiv overfladehastighed fra ca. 3 m/sek. til ca. 50 m/sek., især fra ca. 5 m/sek. til ca. 30 m/sek., helst fra ca. 8 m/sek. til ca. 20 m/sek.

For at opnå de ønskede overfladehastigheder vil det være nødvendigt at holde et typisk filtreringsmedium i form

af en cylinder med en diameter på ca. 6,4 cm i rotation ved fra ca. 1.000 til ca. 6.000 o/m, idet en omdrejningshastighed på ca. 5.000 o/m kan betragtes som typisk.

Dersom der anvendes en dynamisk filtrerings-indretning i form af en eller flere skiver, vil sådanne skiver have en diameter fra ca. 5 cm til ca. 1,2 m. Sådanne skiver kan f.eks. holdes i rotation med hastigheder fra ca. 1.000 o/m til ca. 8.000, typisk fra ca. 3.000 o/m til ca. 6.000 o/m, afhængigt af udformningen af de særlige dynamiske mikrofilter, der anvendes. Fortrinsvis vil forskydningshastighederne for sådanne skivefiltre være fra ca. 100.000 sek.⁻¹ til ca. 400.000 sek.⁻¹.

Mikrofilterets porer har en sådan størrelse, at de tilbageholder de bakterier, der findes i mælken, samtidig med at der opretholdes en acceptabel strømningshastighed gennem mikrofilteret. I denne sammenhæng brugbare membraner omfatter hydrofile mikroporøse membraner med gode strømnings-egenskaber, ringe variation i porestørrelsen og en pålidelig evne til at fjerne de bakterier, der er af interesse. Den nominelle porestørrelse i mikrofilter-membranen bør være fra ca. 0,01 til ca. 5,0 μ som målt ved de inden for faget kendte metoder, nemlig de prøver, der kendes som "bubble point"-prøven (ASTM F316-86) og K_L -metoden (US-patentskrift nr. 4.340.479). Den nominelle porestørrelse bør være fra ca. 0,1 til ca. 1 μ . Der anvendes helst membraner, hvis nominelle porestørrelse ligger i området mellem ca. 0,2 og ca. 0,5 μ . Sådanne mikroporøse membraner er velkendte og let tilgængelige.

Foretrukne mikroporøse membraner, der kan anvendes ved udøvelse af opfindelsen, omfatter dem, der af Pall Corporation forhandles under varemærkerne Ultipor N₆₆®, Fluorodyne® og Posidyne®, dem, der forhandles af Cuno Corporation under varemærket Zetapor®, og dem, der forhandles af Millipore under varemærket Durapore®.

De cylindriske membranelementer, der kan anvendes ved udøvelse af opfindelsen, omfatter sådanne, som på væs-

ketæt måde kan fastgøres til et bæreorgan på en måde, der kendes inden for faget.

I sidste instans bør bakterierne koncentrerer i en strøm, der er mindre end ca. 5% af tilførselen, og mere end
5 ca. 95% af de faste stoffer og proteiner, der normalt findes i mælken, bør passere gennem membranen, når denne er i drift gennem længere tidsrum.

Det dynamiske mikrofilter kan drives med et enkelt gennemløb uden behov for recirkulation af koncentratet.
10 Dersom det ønskes, kan koncentratet recirkuleres til tilførselen. Når der anvendes et cylindrisk dynamisk mikrofilter, kan dette drives under forskellige forhold mellem filtratets strømningshastighed og den samlede tilførselsstrømningshastighed (koncentrationsfaktorer). Imidlertid drives det
15 cylindriske dynamiske mikrofilter hensigtsmæssigt med filtrat/tilførsel-forhold over 90%, navnlig ca. 95%, og især over 98%, med henblik på at frembringe det ønskede produkt i form af et filtrat med overvejende meget lavt bakterieindhold.

20 Svarende hertil er det ved brug af et roterende dynamisk skive-mikrofilter muligt at drive dette under forskellige forhold mellem filtratet og den samlede tilførsel. Imidlertid kan et sådant mikrofilter drives ved filtrat/tilførsels-forhold over et bredt område. Valget af et højt
25 forhold vil ganske enkelt sænke gennemløbsmængden, medens drift ved et lavere forhold vil resultere i en højere gennemløbsmængde. Det antages, at drift ved et forhold på ca. 40% er hensigtsmæssigt med henblik på at opretholde en stabil strømningshastighed gennem filteret, selv om andre forhold
30 kan anvendes.

Filtreringen af den ny-homogeniserede mælk kan udføres i varm tilstand ved 40-60°C, hvad der ligger ved eller noget over krystalliseringstemperaturen på ca. 40°C for mælkefedtets komponenter med højere smeltepunkter. Dette ligger
35 under de temperaturer, der anvendes i sædvanlig termisk pasteurisering. Alternativt og med en vis forringelse af

strømningshastigheden kan mælken filtreres ved meget lavere temperaturer, såsom fra ca. 15° til ca. 35°C, navnlig fra ca. 20° til ca. 25°C.

5 Skylning

Som angivet vil strømningshastigheden efter et begyndende tidsrum med filtrering falde under et forud bestemt niveau, og på dette tidspunkt bør det dynamiske mikrofilter udtages fra tjeneste. Det forudbestemte niveau, hvorved det dynamiske mikrofilter bør udtages fra tjeneste og underkastes skylning, vil variere afhængigt af det anvendte udstyr og dets driftsparametre. Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan derfor anvendes under mange forskellige betingelser, og den er ikke begrænset til nogen bestemt strømningshastighed, ved hvilken mikrofilteret skal skylles. Imidlertid bør der anvendes en strømningshastighed, der er højere end den, der anvendes til filtreringen af mælk, idet strømningshastigheder, der er fem til ti gange højere, foretrækkes.

Fremadrettet skylning af mikrofilteret med vand kan udføres ved en hvilken som helst ønsket strømningshastighed og et hvilket som helst ønsket tryk. Ligeledes kan vandskylningen anvendes over et bredt temperaturinterval. Det foretrækkes i regelen at anvende vand ved en temperatur fra ca. 20° til ca. 100°C, fortrinsvis fra ca. 50° til ca. 80°C, helst fra ca. 65° til ca. 80°C. Anlægget kan endda sættes under overatmosfærisk tryk, dersom dette ønskes, til udførelse af vandskylning ved temperaturer over 100°C. Skylningen bør udføres i den fremadgående retning, dvs. den samme retning som den normale strømning af mælk gennem mikrofilteret. Under visse betingelser kan der anvendes modsatrettet strømning til opnåelse af lignende resultater. Imidlertid foretrækkes fremadgående strømning af skyllevandet. Under visse betingelser er det muligt at skylle membranen med mælk ved temperaturer over den normale driftstemperatur.

35 Skylningen fortsættes, i det mindste indtil membranens filtreringskapacitet er blevet genoprettet til et forud

bestemt niveau. Også her vil det forudbestemte niveau, ved hvilket skylningen af membranen bør afbrydes, variere afhængigt af det anvendte udstyr og dets driftsparametre. Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan derfor udøves under mange forskellige betingelser, og den er ikke begrænset til nogen bestemt strømningshastighed, ved hvilken skylningen af mikrofilteret bør afbrydes.

Efter at skylningen er fuldført, gen-indsættes mikrofilteret i mælkefiltrerings-tjeneste. Efter mælkefiltrering gennem et tidsrum vil strømningshastigheden gennem membranen igen synke til et punkt under et forud bestemt niveau, og det dynamiske mikrofilter vil igen blive udtaget fra tjeneste, skyllet og sat tilbage i tjeneste, eventuelt gentagne gange.

Et uventet og overraskende aspekt er den kendsgerning, at fremadrettet skylning af membranen, dvs. i den samme retning som mælkestrømmen gennem filteret, medfører rensning af membranen. Andre membranrengøringsmetoder på andre områder er typisk baseret på skylning med bagudrettet strømning.

Det vil i nogle tilfælde være muligt at erstatte skylning med vand helt eller delvis ved skylning med mælk. Når skylning med mælk anvendes, bør mælken bringes til at strømme gennem membranen ved højere hastighed end ved normal filtrering. En sådan skylning med mælk medfører den fordel, at risikoen for at indføre materialer udefra i anlægget undgås. Eftersom skylningen sker i fremadgående retning, er det muligt at anvende højere tryk end normalt til membranerne for at opnå de højere strømningshastigheder uden væsentlig risiko for beskadigelse af membranerne. Anvendelsen af fremadrettet strømning betyder, at membranen fortsat vil blive understøttet på samme måde som under normal filtrering, således at der kan anvendes meget højere tryk end, dersom der blev anvendt en bagudrettet strøm.

Kemisk rengøring

På et eller andet tidspunkt vil membranen ikke kunne regenereres tilstrækkeligt ved skylning. Når dette punkt er

nået, er det nødvendigt at underkaste mikrofilteret kemisk rengøring i et tidsrum, der er tilstrækkeligt til at føre membranens filtreringskapacitet i det mindste tilbage til et forudbestemt minimumsniveau. Også her vil det forudbestemte niveau, ved hvilket membranen bør rengøres kemisk, variere i afhængighed af det anvendte udstyr og dets driftsparametre. Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan således anvendes under mange forskellige betingelser, og den er ikke begrænset til nogen bestemt strømningshastighed, ved hvilken den kemiske rengøring af membranen bør påbegyndes.

Efter fuldførelse af den kemiske rengøring skylles membranen grundigt for at gøre den steril og fri fra eventuelle forureninger, hvorpå den føres tilbage til mælkefiltreringstjeneste. Den kemiske rengøring fortsættes, i det mindste indtil det dynamiske mikrofilters filtreringskapacitet er blevet ført tilbage til et forudbestemt niveau. Også her vil det forudbestemte niveau, ved hvilket den kemiske rengøring af membranen bør afbrydes, variere afhængigt af det anvendte udstyr og dets driftsparametre.

De midler, der anvendes til kemisk rengøring, kan variere inden for vide grænser, eftersom deres formål består i at befri membranen for indlejrede eller opfangede materialer, såsom fedtstoffer, proteiner, mikroproteiner og andre organiske stoffer, der formindsker strømningshastigheden gennem membranen, herunder pyrogener, celleaffald og lignende. I denne henseende foretrækkes normal behandling med fortyndede kaustiske opløsninger, såsom vandige opløsninger af natriumhydroxid eller kaliumhydroxid. Enzymatiske blandinger, såsom Terg-a-zyne fra Alconox, Inc., og de, der indeholder proteaser og lipaser med og uden alkali, kan også anvendes til at frembringe kemisk nedbrydning af indlejrede eller opfangede substituentter. Desuden er det muligt at anvende overfladeaktive midler, der vil formindske overflade-tiltrækningen mellem de indlejrede eller opfangede materialer og mikrofilterets ydre og indre overfladeområder.

En fordel ved det dynamiske mikrofiltreringsanlæg og

fremgangsmåden ifølge opfindelsen består i, at rengøringen kan udføres med de nævnte alkaliske og enzymatiske rengøringsblandinger. Sådanne blandinger anvendes typisk til rengøring af mælkebehandlingsudstyr i et mejeri, og står
5 derfor til rådighed til anvendelse ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, uden at mejeriet belastes med væsentlige til-lægsomkostninger.

Cyclustider

10 Som angivet vil de særlige forudbestemte niveauer, ved hvilke mikrofilteret bør skylles eller rengøres kemisk, variere afhængigt af det anvendte udstyr og dets drifts-parametre. Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan derfor udøves under mange forskellige betingelser, og den er ikke
15 begrænset til nogen bestemt strømningshastighed, ved hvilken skylningen af det dynamiske mikrofilter bør afbrydes. Sva-rende hertil er de særlige cyclustider, som herved kan frem-komme, heller ikke fikseret.

Som eksempler på typiske forventede cyclustimer, 20 dersom der anvendes en 0,45 μm membran, kan det nævnes, at strømningshastigheden kan forventes at falde til ca. 1/3 eller mindre i forhold til den begyndende strømningshastighed efter ca. 3-4 timer ved første gangs brug af membranen, idet den tid, der forløber indtil en lignende formindskelse i
25 strømningshastigheden, bliver kortere for hver skylning. En forventet cyclus kunne således derfor bestå i

- en første rengøring efter måske 3 timers drift,
 - en anden skylning efter måske yderligere 3 timers drift,
 - 30 - en tredje og en fjerde skylning efter ca. 2 1/2 times drift, og
 - en femte og en sjette skylning efter måske yderligere tidsrum på hver 2 timer,
- hvad der giver en samlet tid på 16 timer, herunder den nød-
35 vendige tid til at udføre skylningen, hvad der kunne svare til et normalt mælkebehandlingstidsrum i et mejeri.

Efter udløbet af de 16 timer ville membranen så blive underkastet en kemisk nedbrydningsproces som omtalt ovenfor, for derved at genoprette i alt væsentligt det hele af membranens oprindelige filtreringskapacitet, så at den opnåelige
5 strømningshastighed bringes op på måske 98% eller bedre af membranens oprindelige strømningshastighed. Cyclustiderne vil selvsagt variere som antydnet, afhængigt af det anvendte udstyr og driftsparametrene, såvel som af kvaliteten af den mælk, som filtreres.

10 Cyclustider kan også betragtes ud fra procentvise formindskelser af strømningshastighed, og skylningstider og kemiske nedbrydningsbehandlinger kan betragtes ud fra procentvise forøgelse i strømningshastigheden. Således kan tidsrummet mellem den første påbegyndelse af mælkefiltreringen
15 og påbegyndelsen af den første skylningscyclus betragtes som værende baseret på en forudbestemt formindskelse af strømningshastigheden for mælke-filtratet.

Det er at foretrække at påbegynde den første vand-skylning, når strømningshastigheden er faldet til mellem
20 ca. 60 og ca. 70% af den oprindelige strømningshastighed. Skylningscyclusen bør fortsættes, indtil membranens strømningshastighed er blevet genoprettet i et omfang fra ca. 80 til ca. 95% af strømningshastigheden ved begyndelsen af membranens seneste mælkefiltreringscyclus. Membranen gen-
25 -indsættes i mælkefiltreringstjeneste, hvori den vil have en strømningshastighed i den anden cyclus, der er lavere end strømningshastigheden i den første cyclus. Mikrofilteret vil forblive i mælkefiltreringstjeneste, indtil dets strømningshastighed er faldet til mellem ca. 60 og ca. 70% af
30 strømningshastigheden ved begyndelsen af den anden mælkefiltreringscyclus, på hvilket tidspunkt et andet skylningstrin udføres, indtil mikrofilterets strømningshastighed er blevet genoprettet i et omfang på fra ca. 80 til ca. 95% af filterets strømningshastighed ved begyndelsen af dets seneste
35 (anden) mælkefiltreringscyclus.

De ovenfor beskrevne trin med mælkefiltrering og

skylning vil blive gentaget efter behov, indtil membranens strømningshastighed er en sådan, at den ikke ved hjælp af skylning kan genoprettes i et omfang svarende til en minimumsprocent af strømningshastigheden ved påbegyndelsen af dens første cyclus, f.eks. 40%. Denne minimums-strømningshastighed er variabel, hvad der også gælder for de procentvise strømningshastigheder, ved hvilke skylningscyklerne påbegyndes eller afbrydes, og de er som nævnt først og fremmest en funktion af udstyr og driftsparametre. Minimumsværdien af rest-strømningen er baseret på et kompromis, hvori der indgår mange faktorer. Man må således tage i betragtning, på den ene side den forøgelse i strømningen, der kan forventes som følge af et trin med skylning eller kemisk rengøring, og på den anden side omkostningerne ved sådan skylning og rengøring og den hermed forbundne "dødtid" for udstyret, såvel som yderligere faktorer.

Den i det foregående beskrevne procedure ifølge opfindelsen kan lettest forstås ved henvisning til et tænkt mikrofilter, der som omtalt i det foregående anvendes til filtrering af mælk. I det følgende eksempel er det fastlagt vilkårligt, at skylningscyklerne skal udføres, når mikrofilterets strømningshastighed falder til 70% af strømningshastigheden ved begyndelsen af den foregående cyclus, og at skylningen skal udføres således, at membranens gennemstrømningsevne genoprettes i et omfang af 90% af mælkefiltreringsstrømningen ved begyndelsen af den foregående cyclus. Endelig skal membranen underkastes kemisk nedbrydningsbehandling, når det ved skylning alene ikke længere er muligt at genoprette membranens gennemstrømningsevne i et omfang svarende til 50% af mælkefiltrerings-strømningshastigheden ved begyndelsen af den første cyclus. Fig. 6 er en grafisk fremstilling af, hvorledes processen kunne forløbe ifølge dette tænkte eksempel.

Som vist i fig. 6 er begyndelses-strømningshastigheden for mikrofilteret 1000 ml/min., og denne strømningshastighed synker til 700 ml/min. efter 240 min., ved hvilket tidspunkt

der udøves skylning i 20 min., så at strømningshastigheden igen går op til 900 ml/min. Efter mælkefiltrering i yderligere 240 min. falder strømningshastigheden til 630 ml/min., på hvilket tidspunkt der udføres skylning i 20 min., så at
5 strømningshastigheden bringes op til 810 ml/min., dvs. 90% af begyndelses-strømningshastigheden i den anden cyclus.

Filtreringen fortsættes i 180 min., på hvilket tidspunkt strømningshastigheden er faldet til 570 ml/min. dvs. 70% af begyndelses-strømningshastigheden i den tredje cyclus.
10 Membranen skylles i 25 min., hvorefter strømningshastigheden igen bringes op til 730 ml/min., dvs. 90% af begyndelses-strømningshastigheden i den tredje cyclus.

Efter mælkefiltrering i yderligere 180 min. falder strømningshastigheden til 510 ml/min., dvs. 70% af begyndelses-strømningshastigheden i den fjerde cyclus, og ved dette
15 tidspunkt udføres skylning i 25 min., hvad der bringer strømningshastigheden tilbage op til 660 ml/min., dvs. 90% af begyndelses-strømningshastigheden i den fjerde cyclus.

Efter mælkefiltrering i yderligere 150 min. falder strømningshastigheden til 460 ml/min., dvs. 70% af begyndelses-strømningshastigheden i den femte cyclus. Eftersom det
20 alene ved skylning ikke er muligt at bringe strømningshastigheden op igen over 50% af mikrofilterets begyndelses-strømningshastighed i den første cyclus, dvs. 500 ml/min.,
25 er det nu nødvendigt at udføre kemisk rengøring, hvad der kræver 4 timer, hvorefter mikrofilterets gennemstrømningsevne er ført tilbage til 1000 ml/min.

Generelt

30 Efter mikrofiltreringen kan konzentratet kasseres på en hvilken som helst acceptabel måde, underkastes yderligere behandling eller bringes direkte i anvendelse.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan anvendes med fordel, når det ønskede slutprodukt er enten sødmælk, letmælk
35 eller skummetmælk.

Passende udstyr til udøvelse af fremgangsmåden ifølge

opfindelsen kan opbygges ved at sammenkoble sædvanlige komponenter, herunder centrifugal-separatorer, homogenisatorer, mikrofiltre, steriliseringsenheder, varmeudvekslere og pumper. Fagfolk på dette område vil uden videre være i stand
5 til at tilvejebringe ventiler til styring af strømning og tryk samt yderligere fornødent hjælpeudstyr til at gøre anlægget funktionsdygtigt, og derefter foretage yderligere sædvanlige ændringer i anlægget efter behov i de enkelte tilfælde.

10 Selv om opfindelsen er blevet forklaret under henvisning til mælkefiltrering, forudses det, at fremgangsmåden kan udøves ved behandling af andre væsker, såsom vin og øl, på i alt væsentligt samme måde som ved den heri beskrevne behandling af mælk.

15 Opfindelsen skal i det følgende belyses ved hjælp af seks eksempler.

Beskrivelse af filtreringsudstyret

1. Fig. 1 er et oversigtsbillede over et anlæg, der kan
20 anvendes til at udøve fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Det vil være indlysende, at detaljerne ved det anvendte udstyr og dets opstilling og driftsbetingelser af gennemsnitsfagfolk på dette område vil kunne ændres inden for opfindelsens rammer.

25 Fig. 1 viser en tilførselsbeholder 10, der er forsynet med en varme- eller køle-kappe og bestemt til optagelse af mælk, der skal behandles. Tilførselsbeholderen 10 opvarmes og/eller afkøles efter behov gennem varme-/køle-rør 12 (betegnelsen "rør" i nærværende beskrivelse skal også forstås
30 som dækkende bøjelige ledningsforbindelser, såsom slanger og lignende). Mælk fra tilførselsbeholderen 10 strømmer gennem et rør 14, hvori der er indskudt en ventil 16 og en pumpe 18, til en homogenisator 26. Med henblik på at kunne bedømme anlæggets evne til at fjerne bakterier er et bakterieforråd 20 gennem et rør 22, hvori er indskudt en pumpe
35 24, forbundet med røret 14. Homogenisatoren 26 er gennem et

rør 30, hvori er indskudt en ventil 32, forbundet med en udligningsbeholder 28. Udligningsbeholderen 28 opvarmes eller afkøles efter behov ved hjælp af varme-/køle-rør 34. Udligningsbeholderen 28 står igennem et rør 38, hvori der
5 er indskudt en ventil 40, i forbindelse med det dynamiske mikrofilter 36. Det dynamiske mikrofilter 36 opvarmes og/eller afkøles efter behov ved hjælp af varme-/køle-rør 42. Permeatet forlader det dynamiske mikrofilter 36 gennem et rør 46, hvori der er indskudt en ventil 48, og retentatet
10 bliver enten fjernet eller recirkuleret gennem rør 50 og 52 ved anvendelse af synkroniserede pumper 54 og 56. En reguleringsventil 51 regulerer fordelingen af strømmingen mellem de synkroniserede pumper 54 og 56. Recirkuleret retentat strømmer ind i det dynamiske mikrofilter 36 gennem et rør
15 44, der står i forbindelse med røret 50. En rentvandsbeholder 62, der indeholder rent vand, står i forbindelse med røret 38 gennem et rør 60, der står i forbindelse med trevejsventilen 40, og hvori der er indskudt en pumpe 58. Rentvandsbeholderen 62 opvarmes og/eller afkøles ved hjælp af varme-
20 /køle-rør 64.

2. Det dynamiske mikrofilter opbygget af skiver:

Skivefilteret består af en membranstøtteskive med en diameter på ca. 15 cm, fastgjort til en hul aksel og anbragt inden i et væsketæt hus med fornødne væskeindløbs- og udløbs-
25 forbindelser. Støtteskiven er indrettet til væsketæt forsegling af membraner til sin overflade, og indeholder afløbsrum til at føre filtrat-strømmen gennem membranen og skiven og ud gennem akselen. Det effektive membran-areal er $0,014 \text{ m}^2$, og skiven kan rotere med hastigheder op til 4500 o/m.

30 En hvilken som helst af de dynamiske mikrofiltreringsenheder baseret på skiver, der er omtalt i det foregående, kan anvendes ved udøvelse af opfindelsen.

3. Beskrivelse af membranfilter-elementer:

De membranfilterelementer, der anvendes i disse forsøg, er fremstillet af nylon-membran Ultipor N₆₆[®], der for-
35 handles af Pall Corporation, Glen Cove, NY, USA. Den an-

vendte porestørrelse er $0,45 \mu\text{m}$, og membranelementerne har et overfladeareal på $0,014 \text{ m}^2$. Membranerne er cirkelrunde "pandekager" med et hul i midten, tilskåret til at passe til det dynamiske mikrofilters skive. I det færdigmonterede dynamiske mikrofilter er filtratkammeret isoleret fra tilførselen ved hjælp af O-ringe.

Metode A: Igangsætning af det dynamiske filter

Inden mælken indføres i det dynamiske filter, føres varmt, af-ioniseret vand, filtreret gennem et $0,2 \mu$ -filter, gennem anlægget for at klargøre det tilknyttede udstyr. Det dynamiske filters omdrejningshastighed bringes op til driftshastigheden med vand strømmende gennem anlægget. Når driftsbetingelserne er opnået, bringes mælken til at strømme ind, så den fortrænger vandet i anlægget, og filtreringen begynder.

Metode B: Drift af det dynamiske skivemikrofilter

Et skiveformet filterelement som beskrevet i afsnittet om membranfilterelementer monteres i det dynamiske skivemikrofilter. Der udføres desinfektion og sterilisering under anvendelse af en $0,1 \text{ mol}$ kaustisk opløsning. Efter iagttagelse af de under metode A skitserede igangsætningsprocedurer pumpes den mælk, der skal filtreres, fra tilførselsbeholderen til det dynamiske skive-mikrofilter. Koncentratmængden og tilførselstrykket styres ved hjælp af en ventil, der er anbragt i koncentrat-gennemløbet. Temperaturer og strømningshastigheder i tilførselen, filtratet og koncentratet, samt tilførselstrykkene måles ved forskellige tidspunkter i løbet af forsøget, typisk med intervaller på 10 minutter . I alle eksempler holdes en tilførselshastighed på ca. 960 ml/min . De angivne filtrat-strømningshastigheder er de hastigheder, der er opnået, når strømningen er blevet stabil i filtreringsenheden.

Eksempler

35

Eksempel 1

Mælk opvarmes til ca. 53°C og homogeniseres og ind-

pumpes i et dynamisk skive-mikrofilter udstyret med en 0,45 μm Ultipor N₆₆[®] membran. De under metode A og B skitserede metoder anvendes. En stabil filtratstrøm dannes hurtigt, og filtratets strømningshastighed måles over et tidsrum på ca. 5 60 minutter. Som vist i fig. 2 er den begyndende strømningshastighed ca. 600 ml/min., og efter ca. 1 time falder strømmingen til ca. 380 ml/min. Ved dette tidspunkt afbrydes filtreringen af mælken, og membranen gennemskylles i fremadgående retning med vand opvarmet til ca. 70°C. Som vist i 10 fig. 2 er vandets begyndende strømningshastighed ca. 610 ml/min., og strømningshastigheden stiger til ca. 790 ml/min. efter skylning i et tidsrum på ca. 20 minutter.

Eksempel 2

Mælk opvarmet til ca. 53°C homogeniseres og indpumpes 15 i det dynamiske skivemikrofilter ifølge eksempel 1, udstyret med den samme 0,45 μm Ultipor N₆₆[®] membran. De under metode B skitserede procedurer anvendes. En stabil strøm af filtrat dannes hurtigt, og filtratets strømningshastighed måles gennem et tidsrum på ca. 120 minutter. Som vist i fig. 3 er 20 den begyndende strømningshastighed ca. 470 ml/min., og strømmingen falder til ca. 250 ml/min. efter ca. 2 timer. Ved dette tidspunkt afbrydes filtreringen af mælk, og membranen skylles med vand opvarmet til ca. 66-73°C. Som vist i fig. 3 er vandets begyndende strømningshastighed ca. 480 ml/min., 25 og strømningshastigheden stiger til ca. 810 ml/min. efter et tidsrum på ca. 35 minutter.

Eksempel 3

Mælk opvarmet til ca. 53°C homogeniseres og indpumpes i det dynamiske skivemikrofilter ifølge eksempel 1 udstyret med den samme 0,45 μm Ultipor N₆₆[®] membran. De under 30 metode B skitserede procedurer anvendes. En stabil strøm af filtrat dannes hurtigt, og filtratets strømningshastighed måles over et tidsrum på ca. 180 minutter. Som vist i fig. 4 er den begyndende strømningshastighed ca. 350 ml/min., og 35 strømmingen falder til ca. 200 ml/min. efter ca. 3 timer. Ved dette tidspunkt afbrydes filtreringen af mælk, og membranen

skylles med vand opvarmet til ca. 66-73°C. Som vist i fig. 4 er vandets begyndende strømningshastighed ca. 430 ml/min., og strømningshastigheden stiger til ca. 760 ml/min. efter et tidsrum på ca. 70 minutter.

5

Eksempel 4

Mælk opvarmet til ca. 53°C homogeniseres og indpumpes i et dynamisk skivemikrofilter udstyret med en 0,45 µm Ultipor N₆₆[®] membran. De under metode B skitserede procedurer anvendes. En stabil strøm af filtrat dannes hurtigt, og 10 filtratets strømningshastighed måles over et begyndende tidsrum på ca. 75 minutter. Som vist i fig. 5 er den begyndende strømningshastighed ca. 400 ml/min., og strømningen falder til ca. 210 ml/min. efter ca. 75 minutter. Ved dette tidspunkt afbrydes filtreringen af mælk, og membranen skylles 15 med vand opvarmet til ca. 66-73°C. Som vist i fig. 5 er vandets begyndende strømningshastighed ca. 400 ml/min., og strømningshastigheden stiger til ca. 850 ml/min. efter skylning i et tidsrum på ca. 20 minutter.

Efter det begyndende skylletidsrum føres mikrofilteret 20 tilbage til mælkefiltreringstjeneste, og en stabil filtratstrøm dannes hurtigt. Filtratets strømningshastighed måles over et andet tidsrum på ca. 180 minutter. Som vist i fig. 5 er den begyndende strømningshastighed, når mælkefiltreringen genoptages, ca. 350 ml/min., dvs. ca. 90% af mikrofilterets 25 begyndende filtrerings-strømningshastighed, og strømningen falder til ca. 190 ml/min. efter ca. 80 minutter. Ved dette tidspunkt afbrydes filtreringen af mælk.

Eksempel 5

Skummet og i øvrigt ubehandlet mælk, opvarmet til 30 ca. 50°C, homogeniseres og overføres derpå med en hastighed på 1 liter/min. til et dynamisk skivemikrofilter udstyret med en 0,45 µm Ultipor N₆₆[®] membran. De under metode B skitserede procedurer anvendes. Filtratstrømmen overvåges gennem et tidsrum på ca. 6 timer. Til at begynde med trænger ca. 600 35 ml/min. mælk gennem membranen. Denne værdi falder med tiden. Efter afslutningen af 6 timers uafbrudt drift formindskes

mælkestrømningen gennem membranen til ca. 220 ml/min. Fig. 6 viser filtratstrømningen målt i ml/min. Under de 6 timers drift filtreres en samlet mængde på ca. 125 liter mælk gennem membranen.

5

Eksempel 6

Eksempel 5 gentages med den undtagelse, at vaskning med varmt vand udføres efter ca. 2 timers filtrering under anvendelse af følgende vaskeprocedure.

Vaskeprocedure: 0,2 μ m-filtreret af-ioniseret vand
10 opvarmes til 65°C. Filtratventilen 48 lukkes inden ventilen 40 omstilles. Derpå tilføres vaskevandet til filtreringsanlægget med ca. 4 liter/min., idet filtreringsbetingelserne ifølge de foregående eksempler opretholdes. Efter ca. 3 minutters skylning åbnes filtratventilen 48, og vaskevandet
15 gives lejlighed til at gennemtrænge membranen i fremadgående retning. Dette fortsætter i yderligere 6 minutter, hvorefter filtreringsenheden afspærres og vandvaskningen afsluttes. I løbet af få minutter er anlægget klar til yderligere mælkefiltrering.

20 Vaskeproceduren gentages efter ca. 5 1/2 times filtrering, idet fig. 7 viser de relevante data. Filtreringen efter vaskningen udviser en meget mere stabil strømningsprofil, og filtratstrømningen aftager langsommere end den gennemgående filtrering ifølge eksempel 5.

25 Virkningen af at skylle med varmt vand kan ses ganske tydeligt ved at betragte værdierne i fig. 7. I løbet af de første 120 minutters drift filtreres der ifølge både eksempel 5 og eksempel 6 ca. 66 liter mælk. I tidsrummet mellem 140 minutter og 310 minutter, dvs. tidsrummet efter den første
30 vaskecyclus, bliver der i eksempel 6 filtreret ca. 73 liter mælk, medens der i eksempel 5 filtreres ca. 50 liter mælk. Desuden bliver der i de 30 minutter af driften efter den anden vaskecyclus i eksempel 6 filtreret ca. 13 liter mælk, mens der i eksempel 5 filtreres kun ca. 6,5 liter mælk.

35 Vaskningens virkning på filtratets strømningshastighed er endvidere vist i tabel I.

Tabel I

5	Tid	Filtratstrømningshastighed ml/min.		Forskel i strøm- ningshastigheder
	Min.	Eksempel 6	Eksempel 5	ml/min.
10	20	620	610	10
	60	498	480	18
15	120	412	400	12
	Første skylning			
20	145	450	372	78
	180	460	338	122
25	240	415	280	135
	300	370	230	140
30	Anden skylning			
	340	420	208	212
35	360	438	204	234

GENSTANDSFORTEGNELSE

	10	tilførselsbeholder
	12	varme-/køle-rør
	14	rør
5	16	ventil
	18	pumpe
	20	bakterieforråd
	22	rør
	24	pumpe
10	26	homogenisator
	28	udligningsbeholder
	30	rør
	32	ventil
	34	varme-/køle-rør
15	36	dynamisk mikrofilter
	38	rør
	40	ventil
	42	varme-/køle-rør
	44	rør
20	46	rør
	48	ventil
	50	rør
	51	reguleringsventil
	52	rør
25	54	pumpe
	56	pumpe
	58	pump
	60	rør
	62	rentvandsbeholder
30	64	varme-/køle-rør

P A T E N T K R A V.

1. Fremgangsmåde til fremstilling af mælk med nedsat bakterieindhold, hvilken fremgangsmåde omfatter homogenisering af mælken og højst 5 minutter derefter dynamisk mikrofiltrering af mælken ved at føre denne gennem en membran med en gennemsnitlig porestørrelse, der er tilstrækkelig til at formindske bakterieindholdet i den gennemstrømmende mælk, således at der frembringes dels et filtrat med et lavere bakterieindhold end den oprindelige ubehandlede mælk, dels et koncentrat med et højere bakterieindhold end den oprindelige ubehandlede mælk, k e n d e t e g n e t ved følgende trin a)-e), udført i den rækkefølge, hvori de er nævnt:

15 a) efter at membranens filtreringsevne er faldet under en forudbestemt værdi, tages det dynamiske mikrofilter ud af mælkefiltreringstjeneste, og membranen skylles med vand, indtil membranens filtreringsevne er blevet ført tilbage til i det mindste et forud bestemt niveau,

20 b) mikrofilteret indsættes igen i mælkefiltrerings-tjeneste,

c) trin a) og trin b) gentages én eller flere gange,

d) membranen underkastes kemisk rengøring i et tidsrum, der er tilstrækkeligt til at tilbageføre membranens filtreringsevne til i det mindste et forudbestemt minimumsniveau, og

25 e) mikrofilteret indsættes igen i mælkefiltrerings-tjeneste.

30 2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at trin a) og trin b) gentages mindst to gange.

3. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at filtreringsmediets effektive overfladehastighed i forhold til mælkens tilførselshastighed er mellem ca. 3 og ca. 50 m/sek.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g-
n e t ved, at mikrofiltreringen udføres ved en temperatur
i mælken i intervallet mellem ca. 15° og ca. 60°C.

5 5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at filtreringen finder sted mindre end ca. 30
sekunder efter homogeniseringen.

10 6. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g-
n e t ved, at membranens forskydningshastighed ligger mellem
ca. 100.000 sek.⁻¹ og ca. 400.000 sek.⁻¹.

15 7. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at der anvendes en membran med en porestørrelse
fra ca. 0,01 til ca. 5,0 µm.

20 8. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at der anvendes en membran med en porestørrelse
mellem ca. 0,1 og ca. 1 µm.

25 9. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at der anvendes en membran med en porestørrelse
mellem ca. 0,2 og ca. 0,5 µm.

30 10. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at skylningen foretages i fremadgående retning
med vand, der er opvarmet til en temperatur mellem ca. 20
og ca. 100°C.

35 11. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at skylningen i trin a) udføres efter at mælkens
strømningshastighed gennem mikrofilteret er faldet til 70%
af begyndelsesstrømningshastigheden eller mindre.

40 12. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at den begyndende skylning i trin a) udføres på

en sådan måde, at mikrofilteret føres tilbage til i det mindste 90% af sin begyndende strømningshastighed.

13. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
5 n e t ved, at den kemiske rengøring udføres ved anvendelse af en kaustisk opløsning.

14. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g-
n e t ved, at den kemiske rengøring udføres ved hjælp af
10 et enzym.

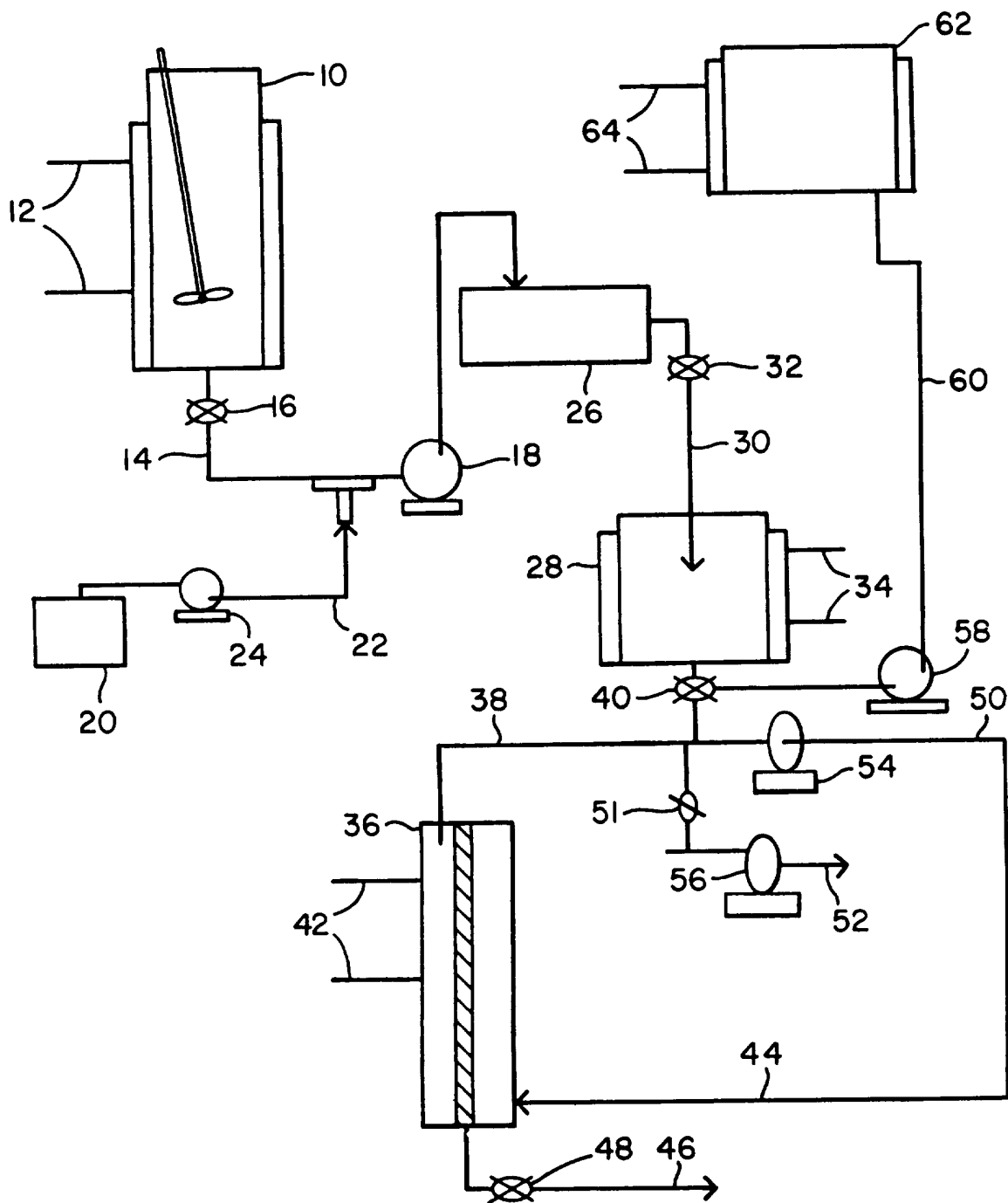


FIG. 1

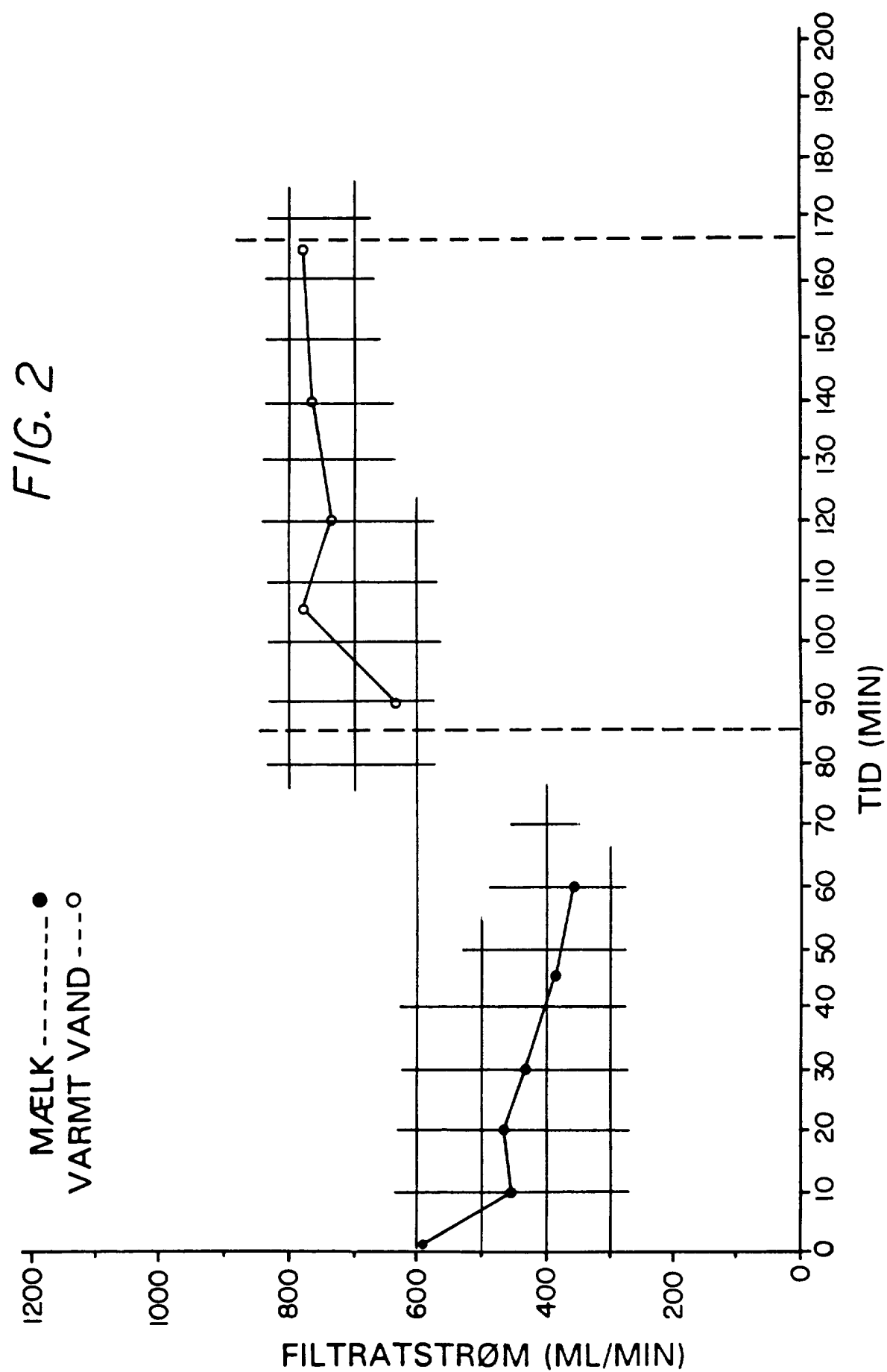


FIG. 3

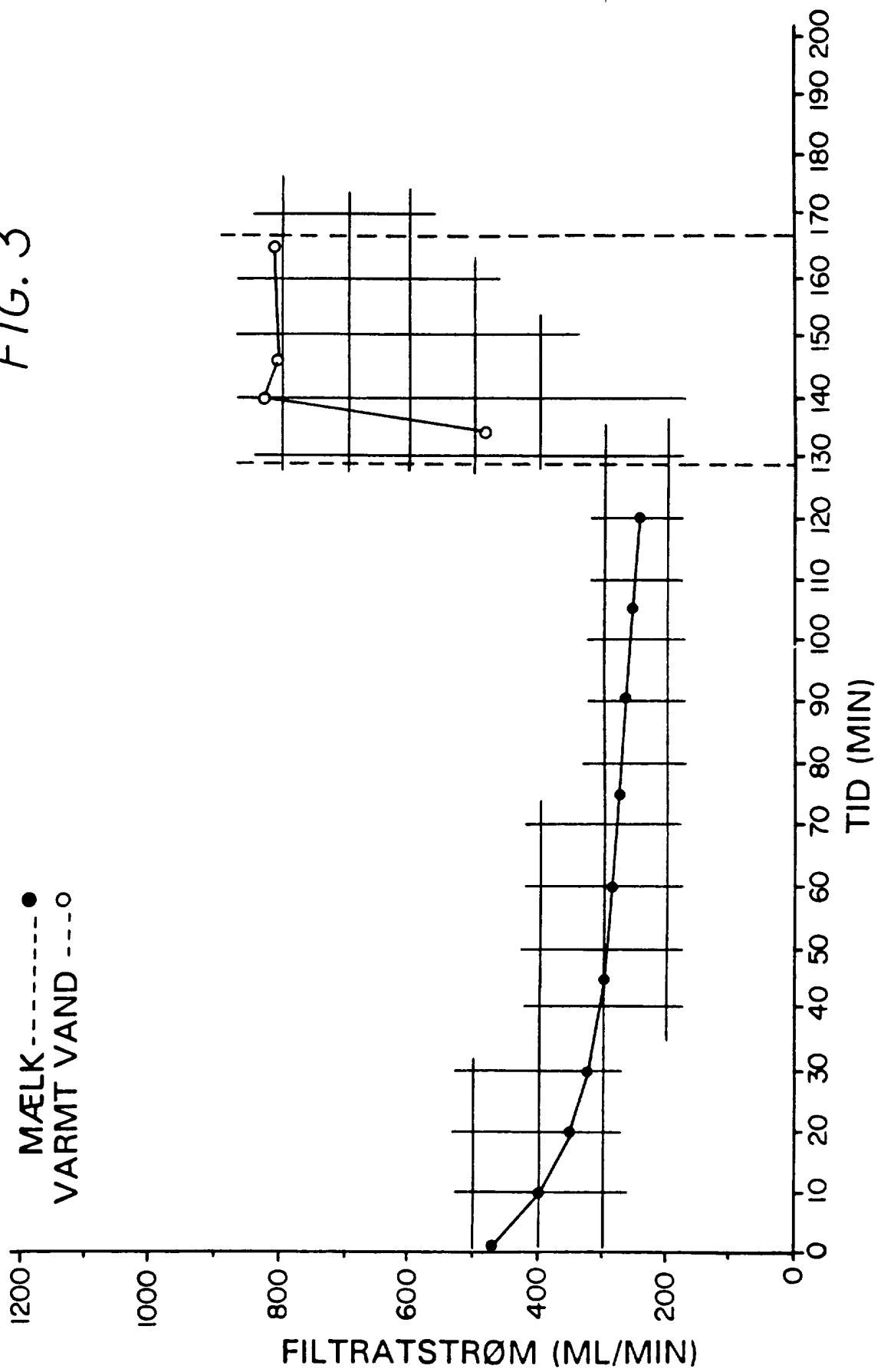


FIG. 4

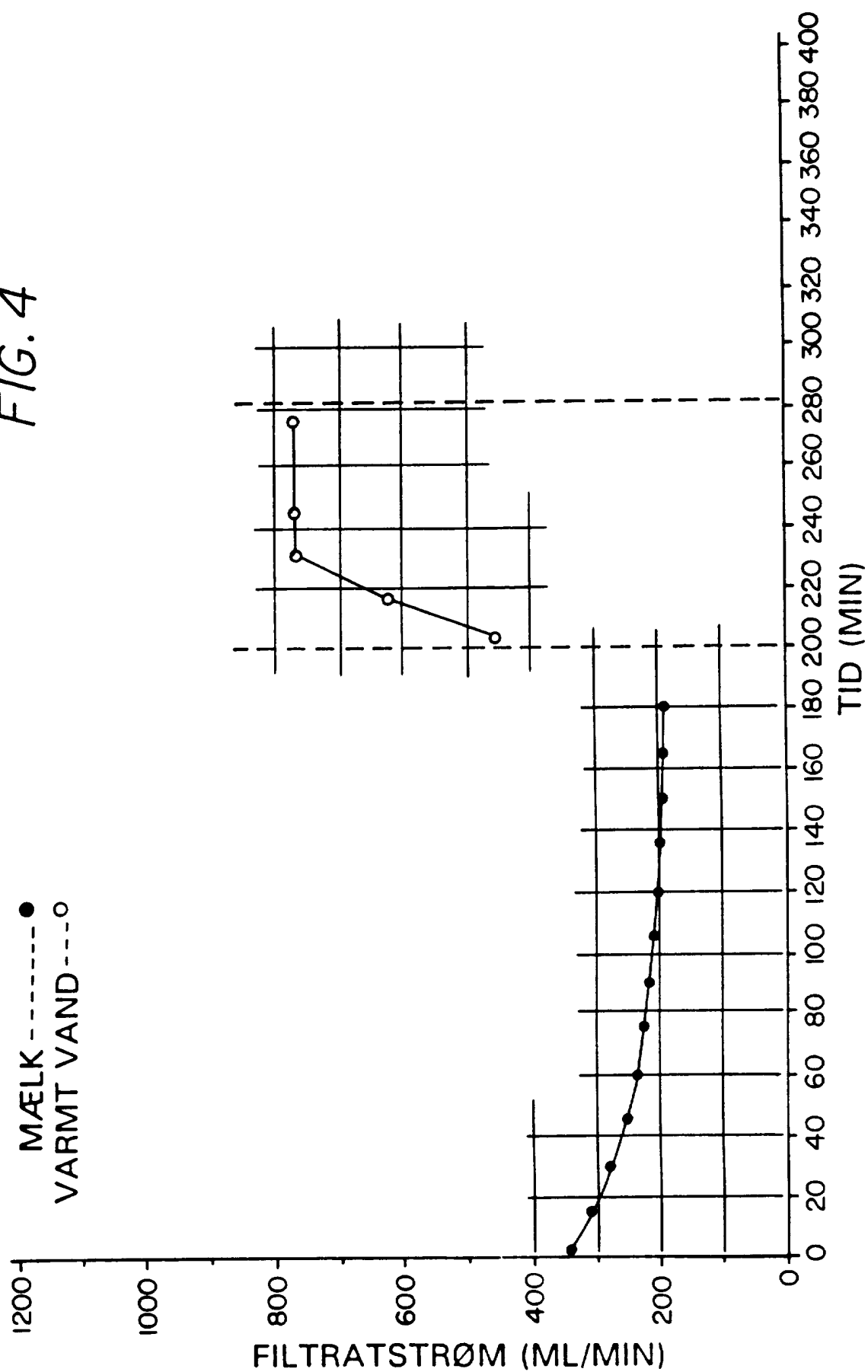


FIG. 5

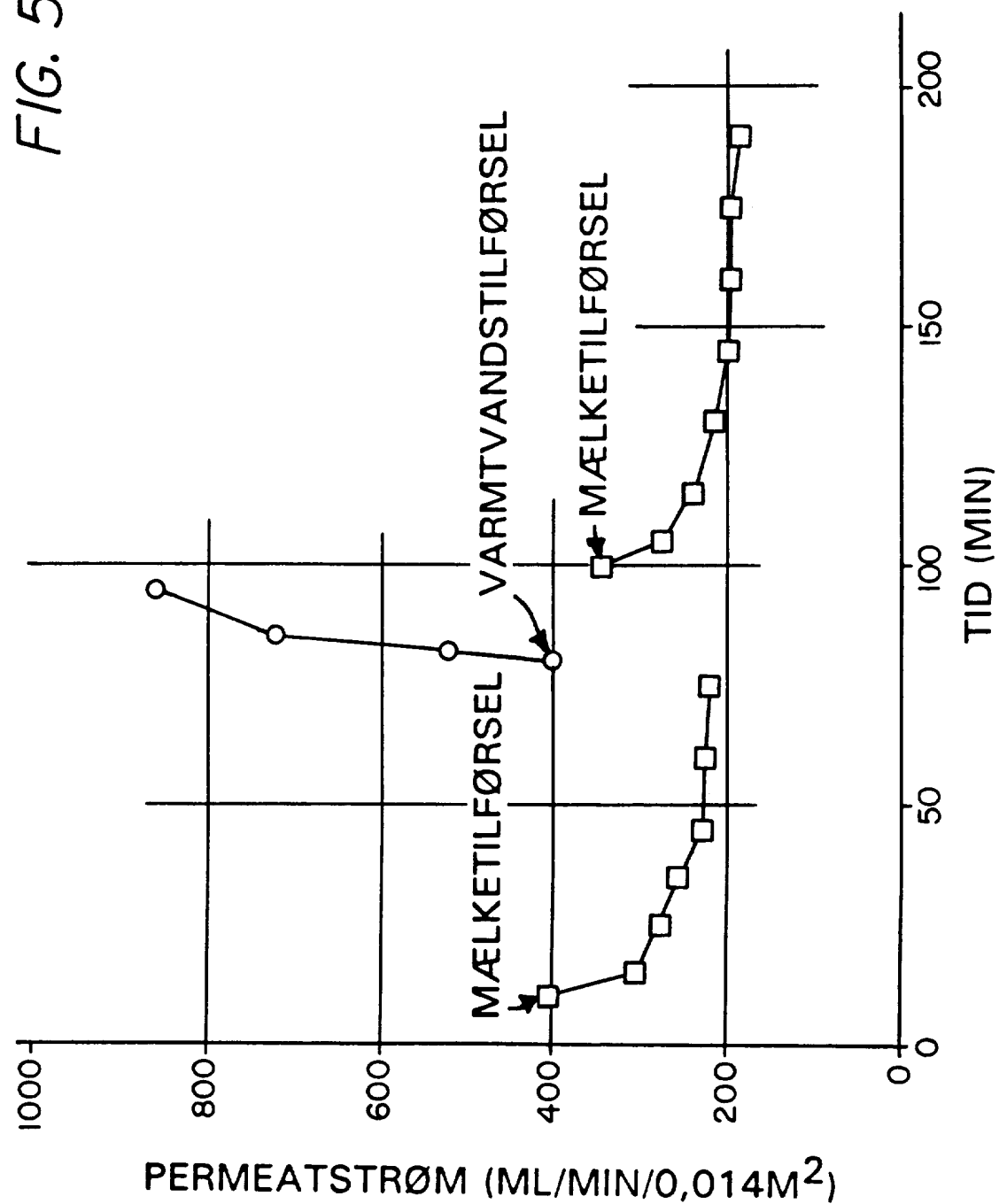


FIG. 6

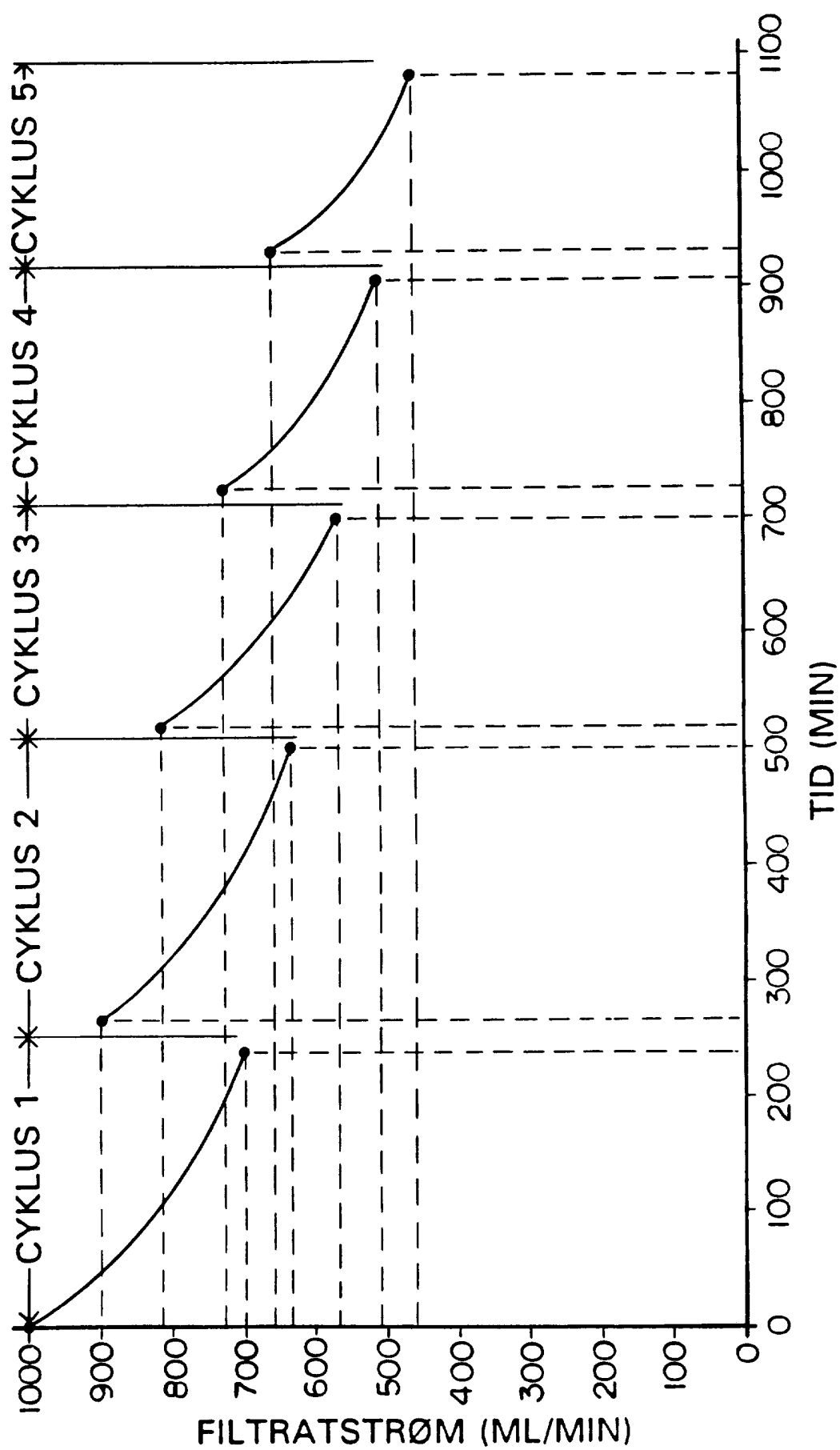


FIG. 7

