



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 2294/90

(51) Int.Cl.5

C 13 F 5/00
F 26 B 5/04

(22) Indleveringsdag: 21 sep 1990

(24) Løbedag: 22 mar 1989

(41) Alm. tilgængelig: 21 sep 1990

(44) Fremlagt: 29 jun 1992

(86) International ansøgning nr.: PCT/DK89/00066

(86) International indleveringsdag: 22 mar 1989

(85) Videreførelsesdag: 21 sep 1990

(30) Prioritet: 23 mar 1988 DK 1594/88

(71) Ansøger: *Danisco A/S; Langebrogade 1; 1411 København K, DK

(72) Opfinder: Ole Christen *Hansen; DK, Torben *Andersen; DK

(74) Fuldmægtig: Firmaet Chas. Hude

(54) Fremgangsmåde til kontinuerlig tørring af et materiale

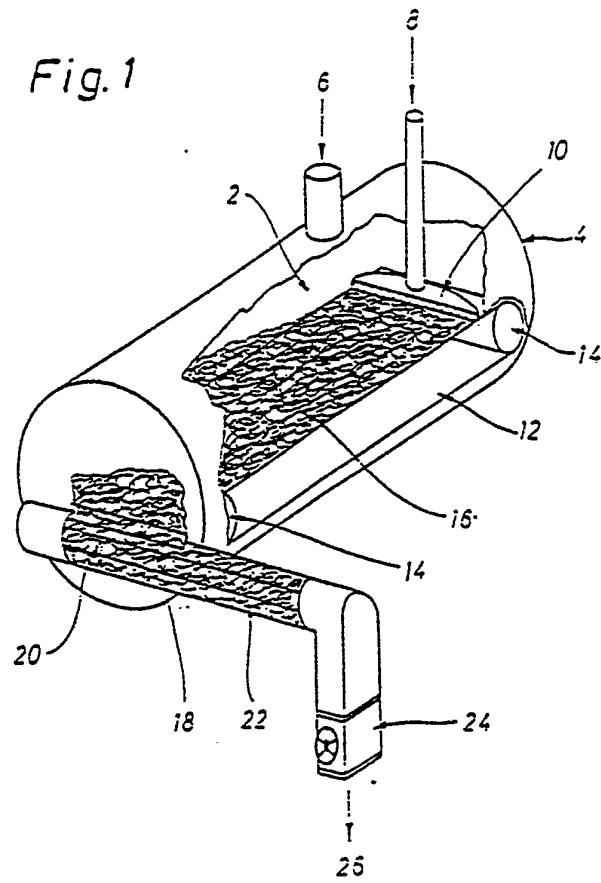
(56) Fremdragne publikationer

(57) Sammendrag:

2294-90

Fremgangsmåde til kontinuerlig tørring af et materiale. Materialets temperatur indstilles til under materialets kogepunkt ved atmosfærisk tryk. Materialet indføres i et vakuumkammer og føres gennem vakuumkammeret uden tilføring af varme. Derefter fjernes det tørrede materiale gennem en sluse. Fremgangsmåden kan gennemføres med et apparat, der omfatter et organ til indstilling af materialets temperatur, et tilførsorgan (8, 10) til indføring af materialet i et vakuumkammer (12), et vakuumkammer, et transportorgan (112) til at føre materialet gennem vakuumkammeret og en sluse (24). Fremgangsmåden og apparatet er anvendeligt til tørring af materialer, der er følsomme og/eller vanskelige at tørke.

Fig. 1



Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til kontinuerlig tørring af et materiale, hvor:

- 5 a) materialets temperatur indstilles til en værdi, der ikke er skadelig for materialet,
- b) materialet indføres i et vakuumkammer,
- c) materialet føres gennem vakuumkammeret uden nogen varmetilførsel til materialet, og
- 10 d) det tørrede materiale udtages fra vakuumkammeret gennem en sluse.

15 Det er ofte vanskeligt at fjerne det tilbageværende vand, når man fremstiller sukkerarter eller sukkeralkoholer, som er følsomme eller hygroskopiske produkter, i tør form, såsom i pulverform.

En af grundene er, at det høje indhold af hydrofile grupper i de ovennævnte materialer, gør disse produkter hygroskopiske.

20 En anden grund er tendensen hos nogle af disse materialer til at danne overmættede opløsninger, hvorfra det er vanskeligt at udfælde og isolere faste produkter.

25 Overmættede og andre koncentrerede opløsninger er meget ofte højviskose. De er derfor vanskelige at håndtere og har tendens til at klæbe til apparaturet.

30 Alle disse egenskaber vanskeliggør yderligere fjernelsen af vand, f.eks. ved inddampning eller tørring, da der fremkommer problemer under opvarmningen af materialet. En ensartet fordeling af varme kan f.eks. ikke sikres, hvorved der er risiko for lokal overopvarmning. Ved opvarmning af materialet kan det ødelægges eller forringes, f.eks. ved påbrænding, karamellisering, denaturering eller anden form for sønderdeling.

35 Der kendes flere metoder til tørring af produkter for at fjerne de sidste mængder af vand, såsom forstøvningstørring, tromletørring, frysetørring eller flashtørring.

Til forstøvningstørring fødes den opløsning, der skal tørres, ind i et kammer i form af små dråber. De faldende dråber tørres ved hjælp af varm luft, således at dråberne omdannes til et tørt pulver, før de når kammerets bund. Forstøvningstørring kan ikke anvendes, hvis opløsningen har en tendens til at forblive flydende, enten som en overmættet opløsning eller i form af en smelte, under tørreprocessen, hvor temperaturen sædvanligvis er over 60°C, idet materialet i så fald vil akkumulere på forstøvningstørrekammerets vægge.

Tromletørring gennemføres normalt ved temperaturer omkring 100°C. Ved denne temperatur foreligger mange materialer i form af en smelte, og de kan derfor ikke omdannes til et fast produkt. Under tromletørring akkumulerer produktet på varme overflader, hvilket forårsager overopvarmning med efterfølgende ødelæggelse eller forringelse af materialet.

Ved konventionel flashtørring fjernes vand næsten øjeblikkeligt fra våde, faste partikler, hvilke partikler er dispergeret ved høj hastighed i en varm gasstrøm. Ved flashtørring er tørreluftens temperatur over 100°C, hvilket gør denne tørremetode uegnet til tørring af varmfølsomme produkter.

Det er klart, at hverken forstøvningstørring, tromletørring eller flashtørring er egnede til fremstilling af faste, tørre produkter, såsom visse sukkerarter og visse sukkeralkoholer, andre varmfølsomme produkter og/eller sådanne produkter, der er vanskelige at krystallisere.

De eneste kendte metoder der er egnet til tørring af sådanne materialer er frysetørring og mikrobølgevakuumtørring. Disse metoder er imidlertid kostbare, da deres gennemføringsomkostninger er høje, navnlig med hensyn til energiforbrug, og med hensyn til kapitalomkostninger.

DE offentliggørelsesskrift nr. 34 07 374 beskriver en fremgangsmåde til fremstilling af tørrede produkter ud fra saccha-

rosesirup. Ifølge denne metode opvarmes den i forvejen koncentrerede saccharosesirup med et tørstofindhold på mindst 70% i et kort tidsrum, såsom under 60 sekunder, til en meget høj temperatur, og det varme materiale ekspanderes til en koncentreret sirup med et tørstofindhold på mindst 90%. Denne sirup omdannes til et tørt, risledygtigt produkt ved en hurtig afkøling og efterfølgende frigivelse af det tilbageværende vand under krystallisation.

10 Denne metode er begrænset til let krystalliserbare materialer med positiv krystallisationsentalpi, dvs. sige materialer, der krystalliserer under afkøling. Denne metode er derfor ikke velegnet til fremstilling af amorfe produkter, og andre materialer, som er vanskelige at krystallisere. Endvidere underkastes materialet høje temperaturer på ca. 135-155°C, hvilket

15 gør metoden uegnet for varmfølsomme materialer.

I US patentskrift nr. 1.250.496 beskrives en fremgangsmåde til tørring af korn og andre grove, granulære materialer, hvor

20 kornet opvarmes og derefter først underkastes et svagt vakuum og derefter et højt vakuum. Ved fremgangsmåden anvendes et kostbart udstyr, og fremgangsmåden kan ikke anvendes til tørring af partikelfrie, sirupper.

25 I US patentskrift nr. 3.206.866 beskrives en fremgangsmåde og et apparat til dehydratisering af levnedsmidler under anvendelse af geotermisk damp. Levnedsmidlet indføres i et vakuumkammer gennem en sluse og transporteres gennem kammeret ved hjælp af flere transportbånd og udtages til sidst fra vakuum-

30 kammeret gennem en sluse. Levnedsmidlet opvarmes inden i vakuumkammeret. Dette trin gør denne metode uegnet til dehydratisering af sirupsmaterialer, da materialet lokalt overopvarmes, hvilket vil resultere i ødelæggelse deraf.

35 I US patentskrift nr. 4.574.495 beskrives et tørreapparat med et vakuumkammer, hvori det materiale, der skal tørres, transporteres ved hjælp af transportbånd. Dette apparat er også

forsynet med organer til tilføring af varme inden i vakuumkammeret. Derfor vil dette apparat også ødelægge sirupper på grund af overophedning.

5 Endelig beskrives i EP patentansøgning nr. 0.231.584 A1 et tørreapparat, der indbefatter en transportsnegl. Apparatet opvarmes ved hjælp af en varmekappe. Derfor er også dette apparat uegnet til tørring af varmfølsomme materialer, såsom sirupper.

10

I andre patentskrifter, såsom SE patentskrift nr. 342.896, SE patentskrift nr. 374.811, US patentskrift nr. 3.698.098 og US patentskrift nr. 1.161.603 beskrives forskellige metoder og apparater til tørring af materialer, såsom henholdsvis træplader, 15 proteinholdige materialer, varmfølsomme faldskærme af syntetiske fibre og kolloide stoffer.

20

I GB patentskrift nr. 1.498.119 beskrives en fremgangsmåde til tørring og ekspandering af en pasta, der ekstruderes ind i et vakuumkammer. Pastaens temperatur er mellem 60 og 125°C, f.eks. 80-100°C. Den kendte fremgangsmåde er vanskelig at regulere, hvis ekstruderåbningen har en diameter på mindre end 0,25 mm. For at opnå en passende regulering af fremgangsmåden 25 bør åbningen have en diameter på fra 0,5 til 5 mm.

25

I DE offentliggørelsesskrift nr. 2.744.099 beskrives en fremgangsmåde til fremstilling af dextrosepulver i tør form indeholdende en større mængde β -dextrose-anhydrid. Denne fremgangsmåde indebærer imidlertid podet krystallisation og kan 30 ikke anvendes i tilfælde af ikke-krystalliserende materialer, såsom den blanding af oligosaccharider der fremstilles ifølge ansøgerens samtidige danske patentansøgning nr. 1592/88.

35

P. E. Andersen og J. Risum (Introduktion til Levnedsmiddel-Teknologien, bind 1, 3. udgave, side 333, 1982, Polyteknisk Forlag, København) beskriver en konventionel flashinddamper. Denne inddamper er imidlertid kun egnet til fremstilling af koncentrerede, stadig flydende produkter.

Det er formålet med den foreliggende opfindelse at tilvejebringe en fremgangsmåde til fjernelse af det tilbageværende vand fra varmfølsomme, vanskeligt eller umuligt krystalliserbare og/eller hygroskopiske sirupper ved tørring af en sådan sirup med et højt tørstofindhold. Fremgangsmåden undgår de ovennævnte vanskeligheder ved de kendte metoder og er mindre kostbar end frysetørring og mikrobølgevakuumtørring.

Fremgangsmåden ifølge opfindelsen er ejendommelig ved at materialet er en i det væsentlige partikelfri sirup af carbohydrate og/eller sukkeralkohol, at materialets temperatur i trin a) indstilles til en værdi, der ligger under materialets kogepunkt ved atmosfærisk tryk, men tilstrækkelig højt til at materialet i trin c) tørres til et amorft, fast produkt.

Den tidligere omtalte, fra GB patentskrift nr. 1.498.119 kendte fremgangsmåde har væsentlige lighedspunkter med fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Imidlertid angår den kendte fremgangsmåde tørring af en anden type materiale, såsom ekstrakter af kaffe, cikorie eller andre kaffeerstatninger, te og urteudtræk, som ekstruderes i pulverform eller pastaform. Der er således tale om en anden type af udgangsmaterialer end dem, der tørres ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor der som udgangsmaterialer anvendes sådanne, der specielt kan defineres som partikelfrie sirupper af carbohydrate og/eller sukkeralkohol. Alle eksemplerne i det nævnte GB patentskrift, vedrører produkter, der i forvejen enten er frysetørret eller forstøvningsørret. Der er ved tørringsprocessen ifølge GB patentskriftet således ikke tale om en faseovergang fra et flydende til et fast produkt. Ifølge det nævnte patentskrift bliver tørringsproduktet brudt i små stykker, før det er ekspanderet færdigt. Ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen sker ekspansionen momentant efter doseringen. Produktet underkastes først den eventuelle grovformaling efter tørringen.

Skønt det er kendt at gennemføre en kontinuerlig tørring af et materiale, hvor

- a) materialets temperatur indstilles til en værdi, der ikke er skadelig for materialet,
b) materialet indføres i et vakuumkammer,
c) materialet føres gennem vakuumkammeret uden nogen varmetilførsel til materialet, og
d) det tørrede materiale udtages fra vakuumkammeret gennem en sluse, er det nyt at anvende en sådan fremgangsmåde til kontinuerlig tørring af en i det væsentlige partikelfri sirup af carbohydrat og/eller sukkeralkohol, hvor siruppens temperatur i trin a) indstilles til en værdi, der ligger under materialets kogepunkt ved atmosfærisk tryk, og hvor der ved tørringen dannes et amorft, fast produkt.

Fagmanden har ikke tidligere tænkt på at anvende en fremgangsmåde med de nævnte kendte træk til tørring af egentlige sirupper, dvs. sådanne materialer, som er hygroskopiske, og som har tendens til at danne overmættede opløsninger, der er højviskøse og derfor er vanskelige at håndtere og har tendens til at klæbe til det anvendte apparatur. Der er særlige problemer med sådanne materialer, som er vanskelige at få til at udkrystallisere.

Den foreliggende opfindelse var oprindeligt resultatet af bestræbelserne på at løse den opgave, at tørre den blanding af inulider, der er beskrevet i ansøgerens danske patentansøgning nr. 1592/88, idet denne blanding viste sig at være særlig vanskelig at arbejde med, da man ikke som med en sirup af saccharose kan danne et fast produkt ved krystallisation.

Til løsning af en sådan opgave ville fagmanden traditionelt se efter en tilsvarende kendt fremgangsmåde, og den mest nærliggende ville være den metode, der anvendes ved tørring af frugtsirupper. Når sådanne frugtsirupper skal tørres, tilsættes sædvanligvis maltodextrin, idet man derved opnår mulighed for at spraytørre siruppen. Denne løsning er imidlertid ikke særlig attraktiv, idet der opnås produkter med et indhold på op til 50% maltodextrin, der må betragtes som et uønsket fyld-

stof. Hvis man således anvendte denne kendte metode til tørring af den nævnte inulidblanding, ville det opnåede produkt være mindre sødt, og det ville besidde mindre fylde ("body").

5 Da man ifølge kendt teknik ikke tidligere har arbejdet med tørring af den her omhandlede type af sirupper, kunne fagmanden ikke vide, om metoden kunne gennemføres, uden at man ville støde på voldsomme problemer med hensyn til belægning af vakuumkammerets vægge, som ville umuliggøre opgaven i praksis.
10 Det har imidlertid vist sig, at den fremgangsmåde, der er kendt fra tørring af f.eks. pastaagtige produkter, med fordel kan anvendes på disse særligt vanskelige sirupper, og det har overraskende vist sig, at der derved opnås et produkt med særligt fremragende egenskaber, idet produktet er et amorft fast
15 produkt.

Skønt fremgangsmåden ifølge opfindelsen er udviklet til at tørre den ovennævnte særligt vanskelige blanding af inulider, har den også vist sig at være velegnet, når man skal tørre
20 krystalliserbare sukkerarter, f.eks. saccharose. Ved anvendelse af fremgangsmåden på sådanne udgangsmaterialer vil det fremstillede slutprodukt afvige fra det produkt, der opnås ved den konventionelle krystallisationsmetode. Således har produktet fremstillet ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen en særlig amorf struktur, som gør produktet velegnet til at danne
25 agglomerater. Sådanne agglomerater er fordelagtige. De er meget lette at blande med andre materialer, de har en bedre flydedygtighed, støver mindre og udviser en mindre tendens til at absorbere fugtighed fra atmosfæren. Desuden er det muligt at
30 opnå agglomererede produkter med en høj rumvægt.

Den opnåede særlige struktur har meget specielle funktionelle egenskaber, som udover de ovennævnte også indbefatter en smagsfremhævende virkning. De ønskelige egenskaber hos de
35 amorfe strukturer af sukkerarter er angivet i en artikel af E. A. Niediek: "Effect of Processing on the Physical State and Aroma Sorption Properties of Carbohydrates". I denne artikel

konkluderer Niediek: "Economical methods for the precise production of amorphous substances do not exist yet. However, once they are developed, amorphous substances will find a large market because of their many desirable functional properties."

5 Det fremgår af denne konklusion, at den foreliggende opfindelse vil kunne opfylde et stort behov på markedet.

10 Det produkt, der opnås ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, har en særlig amorf struktur, der gør det velegnet til dannelse af agglomerater. Sådanne agglomerater er fordelagtige, fordi de er meget lette at blande ind i andre materialer. Sammenlignet med krystallinske produkter har de en bedre risledytighed på grund af deres mindre overflade, mindre mængde af støv og lavere tendens til at absorbere fugtighed fra atmosfæren. Desuden er det muligt at opnå agglomeratprodukter med 15 en højere rumvægt.

Desuden kan der ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen fremstilles faste og uklæbrige materialer med et tørstofindhold på 20 kun 95 vægt%.

Udgangsmaterialet til anvendelse ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen er et materiale, der er koncentreret ved hjælp af konventionelle metoder, f.eks. inddampning. Koncentrationsgraden 25 afhænger af det pågældende materiale, da man må tage fare for ødelæggelse eller forringelse, energiforbrug og rheologiske egenskaber hos koncentratet i betragtning.

30 Fremgangsmåden ifølge opfindelsen fjerner normalt 2-9 vægt% vand regnet på det tilførte materiale. Således kan den f.eks. anvendes til tørring af et oligosaccharid med et tørstofindhold på 91-95 vægt% til et pulver med et tørstofindhold på 95-99 vægt%.

35 Fremgangsmåden ifølge opfindelsen er velegnet til tørring af en blanding af oligosaccharider med den almene formel GF_n , hvor G er glucose, F er fructose og n er et helt tal, hvilken

blanding er yderligere beskrevet i den danske patentansøgning nr. 1592/88, og som omfatter 10-20 vægt% G + F + GF, 10-20 vægt% GF₂, 8-15 vægt% GF₃ og 72-45 vægt% GF₄ og derover.

5 Denne blanding opnås fra planterodknolde eller rødder, navnlig rodknolde af jordskok, *Helianthus tuberosus* L. eller rødder af cikorie, *Chichorium*, under anvendelse af et konventionelt anlæg til behandling af sukkerroer til fremstilling af en sirup med tørstofindhold på 65-80 vægt%. Denne sirup inddampes yderligere ved hjælp af en passende inddamper, såsom en faldstrømsinddamper, en lodret vakuumtørrer og/eller en tyndfilminddamper, til et tørstofindhold på 91-95 vægt% før den underkastes fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Materialet fjernes fra inddamperen ved en temperatur på 80-100°C. Det er nødvendigt at opretholde denne temperatur, da materialet ellers bliver viskøst, og således akkumulerer på inddamperens vægge, hvilket giver en afbrydelse af processen og ødelæggelse af produktet.

20 Til fremgangsmåden ifølge opfindelsen indstilles materialets temperatur til en værdi under dets kogepunkt. Materialets entalpi er således, at der ikke kræves tilføring af varme under de efterfølgende trin (b, c og d).

25 Materialet indføres derefter i et vakuumkammer, fortrinsvis ved at fordele det svarende til et tyndt lag, i dråbeform eller på en hvilken som helst anden måde, som sikrer en stor overflade af materialet.

30 Vakuumkammeret er tilsluttet en vakuumpumpe eller lignende for at etablere et passende vakuum.

Når materialet er indtrådt i vakuumkammeret, er materialets kogepunkt lavere end materialets temperatur ved det tryk, der hersker i vakuumkammeret, hvilket forårsager spontan afdampning af vand. Vandets fordampningsvarme tages fra materialet, hvilket giver et tilsvarende temperaturfald. Det er således

unødvendigt at tilføre varme udefra. Tilføring af varme udefra under inddampningen ville forårsage uønsket lokal overopvarmning. I det foreliggende tilfælde undgås tilføring af varme udefra, hvilket forenkler fremgangsmåden og nedsætter udstyrets pris. Desuden er materialet varmt, mens det har det højeste vandindhold.

Under afdampningen af vand i vakuumkammeret køles materialet ned til en temperatur, der ligger lidt over den temperatur, hvor vandets damptryk svarer til det absolutte tryk i vakuumkammeret. Vands damptryk ved henholdsvis 22, 25, 30, 35 og 38°C er henholdsvis 2,64, 3,17, 4,24, 5,63 og 6,63 kPa (19,8, 23,8, 31,8, 42,2 og 49,7 mm Hg). Når vakuumkammeret har et absolut tryk på 3,17 kPa, vil produktet på grund af kogepunktsforhøjelse forlade vakuumkammeret med en temperatur på ca. 27-30°C, mens et absolut tryk på 5,63 kPa giver en temperatur på 37-40°C.

Det tørre og kolde produkt udtages fra vakuumkammeret gennem en luftsluse, f.eks. en celledsluse, hvilket sikrer, at man kan køre kontinuerligt med apparatet.

Denne metode til tørring er lige så skånsom som frysetørring, men betydeligt mindre kostbar. I tilfælde af den ovennævnte blanding på basis af rodknolde af jordskok, beskrevet i den samtidigt indleverede danske patentansøgning nr. 1592/88, er energiomkostningerne for koncentration af materialet fra et tørstofindhold på 66 vægt% til 98-99 vægt% 0,80 kr./kg ved anvendelse af frysetørring. I sammenligning hermed er de samlede energiomkostninger til koncentration af det samme materiale i tre trin, omfattende fremgangsmåden ifølge opfindelsen, dvs. fra 66 vægt% til 85 vægt% i en faldstrømsinddamper, fra 85 vægt% til 92 vægt% ved hjælp af batch-inddampning i en lodret vakuumtørrer og fra 92 vægt% til 98-99 vægt% ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, kun 0,11 kr/kg.

Ved tørring af en sirup med et tørstofindhold på 91-95 vægt% indstilles siruppens temperatur til 80-100°C, fortrinsvis 90-

100°C. Dette opnås med fordel ved at holde den temperatur, hvormed siruppen forlader det forudgående inddampningstrin.

5 Det absolutte tryk i vakuumkammeret holdes på 1,33 - 8,00 kPa (10-60 mm Hg), fortrinsvis 2,67 - 6,67 kPa (20-50 mm Hg). Materialet føres gennem kammeret ved hjælp af et transportorgan eller ved frit fald og forlader vakuumkammeret gennem en sluse, eventuelt efter formaling. Det på denne måde opnåede pulver har et tørstofindhold på 95-99 vægt%, og dets temperatur
10 er faldet til 25-40°C.

For at indstille en passende opholdstid i kammeret er transportorganets hastighed fortrinsvis indstillelig eller regulerbar. Grundlaget for en sådan regulering eller indstilling er
15 f.eks. tørstofindholdet i det færdige produkt, produktets temperatur, når det forlader slusen, eller andre værdier.

For at fremgangsmåden skal kunne gennemføres på en hensigtsmæssig og pålidelig måde, må følgende størrelser være i en afstemt dynamisk ligevægt:
20

- udgangsmaterialets sammensætning indbefattet vandindhold,
- tilføringshastigheden for udgangsmaterialet,
- udgangsmaterialets temperatur,
- 25 - trykket i vakuumkammeret,
- transporthastigheden gennem kammeret, og
- det færdige produkts temperatur og tørstofindhold, når det forlader vakuumkammeret.

30 For at sikre en sådan dynamisk ligevægt er fremgangsmåden ifølge opfindelsen fortrinsvis ejendommelig ved at temperaturen af materialet i trin a) indstilles til en temperatur, der er mindre end 30°C under materialets kogepunkt, fortrinsvis mindre end 10°C under kogepunktet, at materialet i trin b)
35 indføres i et vakuumkammer med et absolut tryk på 1,33 - 8,00 kPa, at materialet i trin c) føres gennem vakuumkammeret ved hjælp af et transportorgan, og at det tørrede materiale, om

ønsket, grovformales, før det udtages fra vakuumkammeret gennem en sluse i trin d).

5 For at opnå en passende strømning af materialet gennem vakuumkammeret er transportorganets hastighed med fordel indstillelig.

10 I en alternativ, foretrukket udførelsesform der også sikrer den ovennævnte dynamiske ligevægt, går man frem på den måde at temperaturen af materialet i trin a) indstilles til en temperatur, der er mindre end 30°C under materialets kogepunkt, fortrinsvis mindre en 10°C under kogepunktet, at materialet i trin b) indføres i et vakuumkammer med et absolut tryk på 1,33 - 8,00 kPa, at materialet i trin c) føres gennem vakuumkammeret ved frit fald, og at det tørrede materiale, om ønsket, 15 grovformales, før det udtages fra vakuumkammeret gennem en sluse i trin d).

20 Til opnåelse af et passende tørstofindhold i det fremstillede pulver har indfødningsmaterialet, der indføres i vakuumkammeret, med fordel et tørstofindhold på 91-95 vægt%.

25 Fremgangsmåden ifølge opfindelsen anvendes til tørring af materialer i form af sirupper af carbohydrater og/eller sirupper af sukkeralkoholer. Fremgangsmåden vil således kunne være velegnet til tørring af f.eks. invertsukker, isosirup (højfructosesirup, HFCS), beriget højfructosessirup (EFCS) og glucosesirup; sorbitol og xylitol; og den ovennævnte blanding af saccharider, der er omtalt i den samtidigt indleverede danske 30 patentansøgning nr. 1592/88.

Eksempler på sammensætningen af ovennævnte HFCS og EFCS er:

35 HFCS: 42 vægt% fructose
5 vægt% højere sukkerarter
53 vægt% glucose.

EFCS: 55 vægt% fructose
5 vægt% højere sukkerarter
40 vægt% glucose.

5 For at sikre i det væsentlige fuldstændig og hurtig afdampning af vand er transportorganet med fordel et transportbånd, og materialet fordeles på transportbåndet i en mængde svarende til et lag med en tykkelse på 1-10 mm, fortrinsvis 2-5 mm. Et sådant lag bliver imidlertid aldrig dannet i praksis, da materialet skummer op øjeblikkeligt ved indtrædelse i vakuumkammeret.

15 Fremragende transportegenskaber kan alternativt opnås ved at anvende en transportsnegl. Transportsneglen er fortrinsvis en selvrensende dobbeltsnegl for at forhindre akkumulering af materiale på sneglen. En passende hurtig transporthastighed for materialet gennem vakuumkammeret opnås ved at anvende flere snegle, f.eks. 2-6 og fortrinsvis 2-5, hvilke snegle er parallelle og ligger ved siden af hinanden.

20 Når der anvendes 2 eller flere snegle, kan disse rotere i den samme eller i modsat retning, idet der kan anvendes højresnoede såvel som venstresnoede snegle.

25 Fremgangsmåden kan gennemføres ved hjælp af et apparat, der er omfatter et organ til indstilling af materialets temperatur til en værdi under materialets kogepunkt ved atmosfærisk tryk, et fødeorgan til indføding af materialet i et vakuumkammer, et vakuumkammer, et transportorgan til at føre materialet gennem vakuumkammeret og en luftsluse.

30 Transportorganet kan være et transportbånd fremstillet af f.eks. stål, plast, gummi eller et andet velegnet materiale.

35 Fødeorganerne er forsynet med et organ til fordeling af materialet ved ekstrudering på transportbåndet i form af et lag, fortrinsvis svarende til en tykkelse på 1-10 mm, mere fore-

trukket 2-5 mm. Som nævnt dannes dette lag kun teoretisk, da materialet i praksis skummer op øjeblikkeligt. Under transport gennem vakuumkammeret skummer materialet således op, idet vandet fordamper hurtig, hvilket forårsager et øjeblikkeligt temperaturfald. Ved transportbåndets ende skraber en kniv eller skraber det tørrede materiale af transportbåndet, hvorefter det falder ned i en transportsnegl.

Transportsneglen, der også er under vakuum, knuser produktet og transporterer det til en luftsluse, såsom en cellesluse, hvorfra det tørrede produkt kontinuerligt udtages i form af et pulver. Knusningen sikrer også at produktet er i stand til at passere gennem luftslusen.

Alternativt er transportorganet udformet som en transportsnegl, f.eks. en dobbeltsnegl. I dette tilfælde indføres materialet på sneglen gennem en ekstruder eller ved at blive sprøjtet gennem en dyse, og det transporteres mod udgangssiden ved hjælp af sneglen. Materialet fordeles svarende til et tyndt lag på sneglens overflade, hvilket lag øjeblikkeligt skummer op ved den pludselige afdampning af vand. Det resulterende skum knuses og formales ved hjælp af sneglen på en sådan måde, at det tørrede produkt kan falde ned i en tragt på udgangssiden og fjernes gennem en luftsluse, fortrinsvis en cellesluse.

Hvis produktet er meget klæbrigt, som tilfældet er for mange sirupper, er sneglen med fordel en selvrensende snegl. En selvrensende dobbeltsnegl indbefatter to snegle, hvoraf den ene roterer dobbelt så hurtigt og har en stigning, der er halvt så stor som den anden. Den selvrensende snegl er forsynet med et selvrensende rundingsprofil, således at de to snegle renser hinanden. Sædvanligvis er der et mellemrum på 3 mm mellem de to snegle, til særlig fin bearbejdning kan der imidlertid fremstilles en selvrensende dobbeltsnegl med et mellemrum på ned til ca. 1 mm.

Ved begge de nævnte tilfælde fastlægges den mængde materiale, der skal tilføres, og hastigheden for båndet eller sneglen på en sådan måde at det lag, der teoretisk dannes på båndet eller sneglen, er tilstrækkelig tyndt.

5

Det er således fordelagtigt at gøre hastigheden for båndet eller sneglen indstillelig eller regulerbar.

10

Midlet eller organet til transport af materialet gennem vakuumkammeret kan også tilvejebringes ved hjælp af det frie fald. Dette apparat er særligt velegnet til tørring af klæbrige materialer, der er vanskelige at fjerne fra transportorganet, og udgør et simpelt og billigt alternativ til den selvrensende snegl.

15

Et apparat af denne art omfatter hensigtsmæssigt et organ til indstilling af materialets temperatur til en værdi, der ligger under materialets kogepunkt ved atmosfærisk tryk, et indfø-ringsorgan til indføring af materialet i vakuumkammeret, et
20 vakuumkammer beregnet til frit fald, en tragt ved vakuumkam-merets bund til opsamling af det tørrede materiale, en pisker der er placeret inden i tragten samt en luftsluse.

25

I en simpel udformning af apparatet er slusen en kugleventil.
I alle de ovennævnte tilfælde er indfødningsorganet fortrins-
vis tilvejebragt ved hjælp af flere åbninger eller en eller
flere snævre spalter, som ikke er mere end 2 mm, fortrinsvis
ikke mere end 1 mm, mest foretrukket ikke mere end 0,25 mm.
30 Denne snævre dimension sikrer en god fordeling af materialet
over hele vakuumkammeret samt en kort tørreperiode.

35

Omfanget af opfindelsens anvendelighed vil fremgå af den ef-terfølgende detaljerede beskrivelse. Det skal imidlertid for-
stås, at den detaljerede beskrivelse og de specifikke eksemp-
ler, idet de angiver foretrukne udførelsesformer for opfindel-
sen, blot gives til illustration, idet forskellige forandrin-

ger og modifikationer inden for opfindelsens ånd og rammer vil blive åbenbar for fagfolk på basis af den detaljerede beskrivelse.

5 Opfindelsen forklares nedenfor i yderligere detaljer og under henvisning til tegningen, på hvilken

fig. 1 viser en første udformning for et apparat til anvendelse ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor transportorganet er et transportbånd,

10

fig. 2 viser en anden udformning for et apparat til anvendelse ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor transportorganet er en dobbeltsnegltransportør,

15

fig. 3 viser forholdet mellem tørstofindhold i udgangsmaterialet og i det materiale, der forlader apparatet og temperaturen ved fremgangsmåden ifølge opfindelsen, når glucosesirup flashtørres som beskrevet i eksempel 8, og

20

fig. 4 viser en tredje udformning for et apparat til anvendelse ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen under anvendelse af frit fald som middel til transport.

25 Fig. 1 illustrerer et vakuumkammer 2 i et hus 4. For at modstå det ydre tryk har huset 4 form som en cylinder med konvekse ender. Vakuumkammeret 2 er forbundet med en vakuumkilde (ikke vist) gennem en studs 6 og tilhørende (ikke viste) kanaler. Vakuumpumpen er fortrinsvis en vandringsvakuumpumpe. Mellem

30 vakuumpumpen og vakuumkammeret kan der være installeret en kondensator, hvor damp fra vakuumkammeret kondenserer. Installation af en kondensator forøger vakuumpumpens effektivitet. Det materiale, der skal tørres eller inddampes, indføres i en kanal 8, der er tilsluttet et fordelingsstykke 10. Fordelingsstykket 10 kan være forsynet med flere små huller eller en eller flere små spalter, hvilke huller eller spalter eventuelt

35 kan være af varierende længde eller bredde. Fordelingsstykket

fordeler materialet i en ensartet mængde på tværs af hele fordelingsstykkets bredde.

5. Et transportbånd 12 løber over to valser 14, hvis hastighed er regulerbar. Fordelingsstykket 10 fordeler materialet over den ene ende af transportbåndet 12. Ved at vælge en passende indstilling af tilføringshastigheden gennem kanalen 8 og fordelingsstykket 10 og af hastigheden for transportbåndet 12 fordeles materialet tværs over transportbåndets 12 bredde i en
10 mængde svarende til et ensartet, tyndt lag. Under transporten gennem vakuumkammeret 2 fordamper vand fra materialet 16, og materialet skummer op. Når det har nået den modsatte ende af transportbåndet 12, er materialet blevet omdannet til et tørt og fast produkt og skræbes af ved hjælp af en skraber 18.

15 Det afskrabede produkt falder ned på en snegl 20 i et kammer 22. Kammeret 22 er forbundet med vakuumkammeret 2 og er således også under vakuum.

20 Sneglen 20 transporterer produktet til en celleluftsluse 24 samtidigt med at den knuser og formaler produktet. Slutproduktet 26 udtages gennem luftslusen 24.

På fig. 2 ses en alternativ udformning for et apparat til anvendelse ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Et
25 vakuumkammer 102 er i et hus 104 med cylindrisk form med konvekse ender, ligesom i udførelsesformen på fig. 1. Vakuumkammeret 102 er tilsluttet en vakuumkilde gennem en studs 106 og (ikke viste) kanaler. Materialet indføres gennem en kanal 108 direkte over indgangsenden af en dobbeltsnegl 112 med regulerbar hastighed. Materialetilføringshastigheden gennem kanalen 108 og hastigheden af dobbeltsneglen 112 kan indstilles på en sådan måde, at materialet vil blive fordelt svarende til et
30 tyndt ensartet lag på overfladerne af dobbeltsneglen 112. Under transporten gennem vakuumkammeret 102 fordamper vand fra materialet 116 og materialet skummer op. Samtidig knuser og formaler dobbeltsneglen materialet. Som et resultat heraf når
35

materialet udgangsenden af dobbeltsneglen som et tørt, pulveriseret produkt. Produktet falder direkte ned i en celleluftsluse 124, eventuelt ved anvendelse af en indvendig tragt. Det færdige produkt 126 fjernes gennem luftslusen 124.

5

Fig. 4 viser en alternativ udformning for et apparat til anvendelse ved udøvelse af fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Et vakuumkammer 202 inde i et hus er forbundet til en vakuumpumpe 205 gennem et studs 206. Materialet indføres til et fordelingsstykke 210 gennem en kanal 208. Fordelingsstykket 210 har en eller flere små åbninger, f.eks. med en diameter på 1 mm. Det tørrede materiale falder ned i en tragt 211, hvor en pis-ker 213 desintegrerer det tørrede materiale. Desintegreringen tillader fjernelse af materialet gennem en kugleventil 215. Når kugleventilen er fyldt vendes den 180°, og det færdige produkt 226 udtages. Kugleventilen 215 er forsynet med en su-geledning til vakuumpumpen 205, hvilket sikrer, at der ikke siver luft ind i vakuumkammeret, når kugleventilen 215 drejes. Mellem vakuumpumpen 205 og vakuumkammeret 202 er der placeret en kondensator 228, hvilken kondensator fødes med kølevand 230. Dampen fra vakuumkammeret kondenseres i kondensatoren 228, hvilket forøger vakuumpumpens effektivitet.

Opfindelsen beskrives nedenfor i mere detaljeret form ved hjælp af følgende eksempler. Eksempel 1 beskriver fremstil-lingen af udgangsmaterialet, mens eksempel 2-10 beskriver fremgangsmåden ifølge opfindelsen.

Eksempel 1

30

Fremstilling af en sirup.

De høstede jordskokknolde behandles i et konventionelt anlæg til behandling af sukkerroer. Behandlingen indbefatter føl-gende trin.

35

1. Tilføring af jordskokker og fjernelse af sten og græs.

Jordskokkerne udtømmes i en roegård og flyder ind i anlægget, mens sten og grønt plantemateriale (dvs. græs og stængelmateriale) fjernes. Også det meste af jorden vaskes af.

2. Snitning.

For at forberede jordskokknoldene til den efterfølgende ekstraktion skæres de i snitter med et tværsnit på ca. 0,5 x 0,5 cm. Deres længde afhænger af jordskokknoldenes størrelse (typisk 2-5 cm). Snitteprocessen udføres på en konventionel sukkerroesnitte. Det kan imidlertid være nødvendigt at anvende andre knive.

3. Ekstraktion.

Til ekstraktion af det ønskede produkt fra snitterne gennemføres ekstraktion på analog måde med den der er kendt ved ekstraktion af sukker fra sukkerroer. Ekstraktionen gennemføres i en såkaldt DDS-diffusør, et trug med en dampkappe. Truget har en lille hældning og er forsynet med en dobbeltsnegl, som sikrer transport af snitterne.

Snitterne ekstraheres ved hjælp af modstrømsprincippet, dvs. snitterne indføres gennem en tragt i den nedre del af truget. Vand og pressesaft opnået fra trin 4 indføres i den øvre del af truget.

Derefter transporteres snitterne mod strømmen af vand, hvorved oligosaccharider og andre vandopløselige bestanddele, såsom salte og proteiner går over i vandfasen.

Temperaturen under ekstraktionen er mellem 60 og 85°C. En så høj temperatur sikrer ikke blot god opløselighed af oligosaccharider men giver også en partiel denaturering af protein, hvorved dette bliver uopløseligt. Ved denne temperatur denatureres også enzymer, som derved inaktiveres.

Ekstraktens tørstofindhold er 10-17 vægt%. Den betegnes nu som saft.

4. Presning af affald.

5

De ekstraherede snitter presses i en speciel presse af den type, der også anvendes ved konventionel bearbejdning af sukkerroer. Dette sker for at forøge udbyttet af oligosaccharider og også for at forøge tørstofindholdet i affaldet. Affaldet skal ofte tørres af hensyn til stabilitet under transport og opbevaring før anvendelse, f.eks. i form af foder. En forøgelse af udbyttet opnås ved at pressesaften føres tilbage til ekstraktionsprocessen som beskrevet ovenfor.

15

5. Saftrensning.

Den ved ekstraktionsprocessen opnåede saft er uklar, da den indeholder partikelformet og kolloidt materiale. Blandt de tilstedeværende urenheder er pectin og proteiner såvel som cellemateriale fra snitterne.

20

For at fjerne disse urenheder tilsættes læsket kalk Ca(OH)_2 op til en pH-værdi på 10,5-11,5, hvorved en del af urenhederne udfældes.

25

pH-værdien sænkes påny ved tilsætning af CO_2 eller phosphorsyre enten før eller efter filtrering. Derved udfældes overskydende calcium enten som calciumcarbonat eller calciumphosphat. pH-værdien efter denne behandling er mellem 8,0 og 9,5. Derefter filtreres saften. Temperaturen under kalkbehandlingen er 35-40°C og under sænkningen af pH-værdien og filtreringen er temperaturen 60-80°C. Udfældning og filtrering forbedres ved den højere temperatur.

30

Saftrensningen gennemføres under anvendelse af det samme udstyr som ved konventionel sukkerroebearbejdning.

35

Efter rensningen er tørstofindholdet 9-16 vægt%.

6. Ionbytning.

5 Efter rensningen indeholder saften stadig salte (3-8 vægt% af det samlede indhold af tørstof), og den har en brunlig eller grønlig farve. Den underkastes derfor kationbytning og anionbytning.

10 Kationbytningen (f.eks. på en "Duolite"-C20-harpiks) gennemføres ved en temperatur ved 25-35°C for at undgå hydrolyse af oligosacchariderne.

15 Under anionbytningen (f.eks. på en "Duolite"-A-378-harpiks) fjernes også farvede forbindelser fra saften, hvorved saften bliver en farveløs oligosaccharidopløsning. Tørstofindholdet efter ionbytningen er 8-14 vægt%.

7. Behandling med aktivt carbon.

20

Det kan være nødvendigt at behandle den ionbyttede saft med aktivt carbon for at fjerne eventuelle rester af farvede forbindelser og forbindelser med uønsket smag eller lugt.

25

8. Inddampning.

Forud for selve inddampningen er det fordelagtigt at anvende hyperfiltrering (omvendt osmose) for at fjerne en del af vandet, således at tørstofindholdet bringes op til ca. 25 vægt%.

30

På denne måde opnås en mere skånsom behandling.

Inddampningen gennemføres i en flertrinsinddamper, såsom en faldstrømsinddamper. Saften inddampes til en sirup med et tørstofindhold på mellem 75 og 85 vægt%.

35

Derefter inddampes siruppen i en lodret vakuumtørrer eller en tyndfilminddamper til et tørstofindhold på 90-96 vægt%, fortrinsvis 91-93 vægt%.

Eksempel 2Vakuumflashtørring.

5 En sirup med et tørstofindhold på 91-93 vægt% opnået ved fremgangsmåden ifølge eksempel 1 og med en temperatur på 80-100°C overføres til et vakuumkammer forsynet med et transportbånd.

10 Ved at indstille tørstofindholdet og temperaturen i tilførringsmaterialet samt vakuomet i kammeret har det opnåede produkt en temperatur på 30-40°C efter afdampningen af vand, og produktet er fast. Fordampningsvarmen udvindes fra indfødningsmaterialets entalpi, dvs. det er ikke nødvendigt at tilføre varme under tørreprocessen.

15 Ved et absolut tryk på 3,17 eller 5,63 kPa forlader produktet vakuumkammeret med en temperatur på henholdsvis ca. 30°C eller ca. 40°C.

20 Processen kan beskrives som en flashlignende inddampning i vakuum, hvor fødematerialet er en sirup, og slutproduktet er et tørt pulver.

25 Den ovenfor beskrevne fremgangsmåde afviger fra konventionel flashinddampning ved, at den gennemføres i vakuum og således gør det unødvendigt at overopvarme fødematerialet og ved at fødematerialet er i opløsning og ikke er et vådt, partikelformet materiale.

30 En interessant egenskab ved denne tørremetode er den kendsgerning, at produktet afkøles til en ønsket sluttemperatur, typisk 30-40°C, under tørringen/vandafdampningen.

Eksempel 3

35 Den generelle fremgangsmåde beskrevet i eksempel 2 gennemføres i et vakuumkammer forsynet med en selvrensende dobbeltsnegl.

På denne måde opnås et tørt pulverformigt slutprodukt, der ligner det i eksempel 2 opnåede produkt.

Eksempel 4

5

En sirup med et tørstofindhold på 91 vægt% og med en temperatur på 95°C opnået ifølge eksempel 1 indføres i et vakuumkammer forsynet med et transportbånd. Vakuumkammerets absolutte tryk er 3,33 kPa. Et tørt pulver med et tørstofindhold på 96 vægt% forlader kammeret med en temperatur på 31°C.

10

Eksempel 5

15

En sirup med et tørstofindhold på 93 vægt% og en temperatur på 95°C opnået ifølge eksempel 1 indføres i et vakuumkammer forsynet med et transportbånd. Det absolutte tryk i vakuumkammeret er 5,20 kPa. Et tørt pulver med et tørstofindhold på 98 vægt% forlader kammeret med en temperatur på 39°C.

20

Eksempel 6

25

En sirup med et tørstofindhold på 92 vægt% og en temperatur på 85°C opnået ifølge eksempel 1 indføres i et vakuumkammer forsynet med et transportbånd. Det absolutte tryk i vakuumkammeret er 4,00 kPa. Et tørt pulver med et tørstofindhold på 95,8 vægt% forlader kammeret med en temperatur på 35°C.

Eksempel 7

30

En sirup med et tørstofindhold på 91 vægt% og en temperatur på 99°C opnået ifølge eksempel 1 indføres i et vakuumkammer forsynet med en selvrensende dobbeltsnegl. Det absolutte tryk i vakuumkammeret er 4,00 kPa. Et tørt pulver med et tørstofindhold på 96,5 vægt% forlader kammeret med en temperatur på 35°C.

35

Eksempel 8Tørring af glucosesirup

5 Udgangsmaterialet er en i handelen tilgængelig glucosesirup med et tørstofindhold på 80 vægt%. Siruppen forinddampes ved hjælp af batch-inddampning i 2 timer i en lodret vakuumtørrer til et tørstofindhold på 92,5 vægt%. Under inddampningen har
10 siruppen en temperatur på 85°C og vakuomet er 80% (absolut tryk ca. 20,0 kPa). Efter batch-inddampningen hæves temperaturen til 95°C, og siruppen ekstruderes ind i en vakuumflashtørrer, som vist på fig. 1. Ekstruderens spalte har en bredde på 0,5 mm. I vakuumflashtørderen er det absolutte tryk 3,20 kPa.

15 Efter at siruppen har forladt ekstruderen, skummer den øjeblikkeligt op til en tykkelse på 5-6 cm. Efter en opholdstid på 1½ minut forlader den tørrede sirup vakuumflashtørderen med en temperatur på 35°C i form af et groft granulat med et tørstofindhold på 97,5 vægt%.

Fig. 3 er et diagram, der belyser mulighederne for at ændre tørstofindholdet og temperaturen hos indføringsmaterialet og stadig slutte med det samme slutprodukt. På fig. 3 repræsenterer
25 abscissen tørstofindholdet i vægt% hos indføringsmaterialet og ordinaten repræsenterer tørstofindholdet i vægt% hos det materiale, der forlader apparatet.

Eksempel 9

30 En blanding omfattende 80 vægt% glucosesirup med et tørstofindhold på 80 vægt% og 20 vægt% koncentreret æblejuice med et tørstofindhold på 67 vægt% inddampes i en lodret vakuumtørrer til et tørstofindhold på 92,5 vægt%. Efter inddampning indstilles temperaturen til 97°C og materialet ekstruderes gennem
35 dyser med en diameter på 1 mm ind i en vakuumflashtørrer med frit fald, som vist på fig. 4. I vakuumflashtørderen er det

absolutte tryk 1,33 kPa. Det tørre pulver, der forlader vakuumflashtørren, har et tørstofindhold på 96,3 vægt% og en temperatur på ca. 34°C.

5 Eksempel 10

10 I en lodret vakuumtørker inddampes rørsuktermelasse med et tørstofindhold på 80 vægt% til et tørstofindhold på 93 vægt%, hvorefter materialets temperatur indstilles til 96°C. Melassen ekstruderes ind i den i eksempel 9 anvendte vakuumflashtørker, idet det absolutte tryk i tørren er 1,87 kPa. Et

15 tørt, amorft pulver, der forlader vakuumflashtørren, har et tørstofindhold på 96,3 vægt% og en temperatur på ca. 32°C. Dette eksempel demonstrerer muligheden for at opnå et amorft pulver i stedet for den krystallinske form, der opnås ved konventionelle metoder.

20 Idet opfindelsen nu er blevet beskrevet, vil det være åbent, at denne vil kunne varieres på mange måder. Sådanne variationer skal ikke betragtes som en afvigelse fra opfindelsens ide og rammer, og alle sådanne modifikationer, som vil være nærliggende for fagfolk, skal også forstås som omfattet af de efterfølgende krav.

25

P a t e n t k r a v.

30 1. Fremgangsmåde til kontinuerlig tørring af et materiale, hvor:

- 35 a) materialets temperatur indstilles til en værdi, der ikke er skadelig for materialet,
b) materialet indføres i et vakuumkammer,
c) materialet føres gennem vakuumkammeret uden nogen varmetilførsel til materialet, og
d) det tørrede materiale udtages fra vakuumkammeret gennem en sluse,

k e n d e t e g n e t ved, at materialet er en i det væsentlige partikelfri sirup af carbohydrat og/eller sukkeralkohol, at materialets temperatur i trin a) indstilles til en værdi, der ligger under materialets kogepunkt ved atmosfærisk tryk, men tilstrækkelig højt til at materialet i trin c) tørres til et amorft, fast produkt.

2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at temperaturen af materialet i trin a) indstilles til en temperatur, der er mindre end 30°C under materialets kogepunkt, fortrinsvis mindre end 10°C under kogepunktet, at materialet i trin b) indføres i et vakuumkammer med et absolut tryk på 1,33 - 8,00 kPa, at materialet i trin c) føres gennem vakuumkammeret ved hjælp af et transportorgan, og at det tørrede materiale, om ønsket, grovformales, før det udtages fra vakuumkammeret gennem en sluse i trin d).

3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at transportorganets hastighed er indstillelig.

4. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at temperaturen af materialet i trin a) indstilles til en temperatur, der er mindre end 30°C under materialets kogepunkt, fortrinsvis mindre en 10°C under kogepunktet, at materialet i trin b) indføres i et vakuumkammer med et absolut tryk på 1,33 - 8,00 kPa, at materialet i trin c) føres gennem vakuumkammeret ved frit fald, og at det tørrede materiale, om ønsket, grovformales, før det udtages fra vakuumkammeret gennem en sluse i trin d).

5. Fremgangsmåde ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at materialet, der indføres i vakuumkammeret, har et tørstofindhold på 91-95 vægt%.

6. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at transportorganet er et transportbånd, og at materialet fordeles på transportbåndet i en mængde svarende til et lag med en tykkelse på 1-10 mm, fortrinsvis 2-5 mm.

7. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at transportorganet er en transportsnegl.

5 8. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at transportsorganet er en selvrensende dobbeltsnegl.

10 9. Fremgangsmåde ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at transportorganet er en transportsnegl omfattende fra to til seks, fortrinsvis 2-5 snegle, der er parallelle og ligger ved siden af hinanden.

15

20

25

30

35

Fig. 1

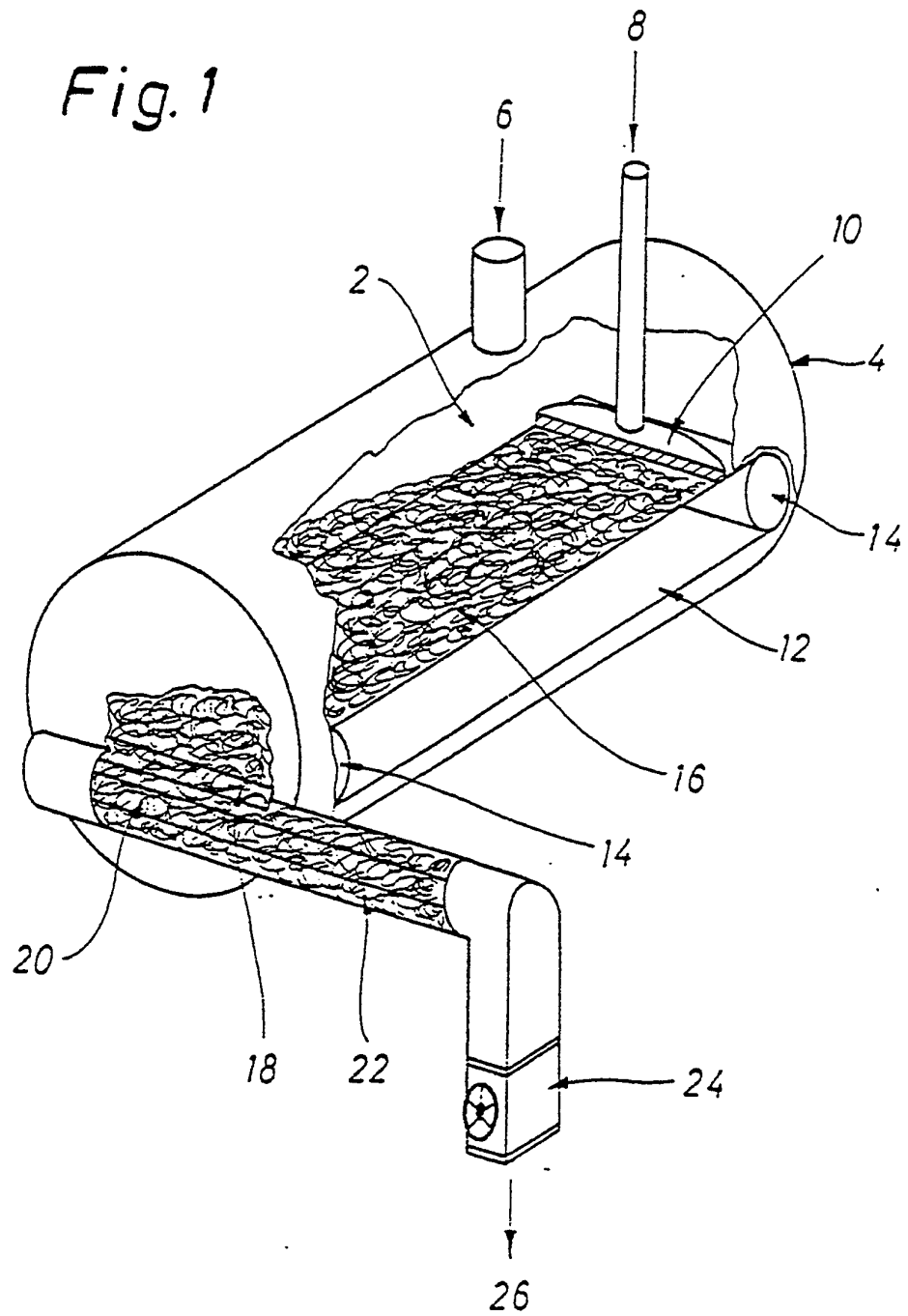


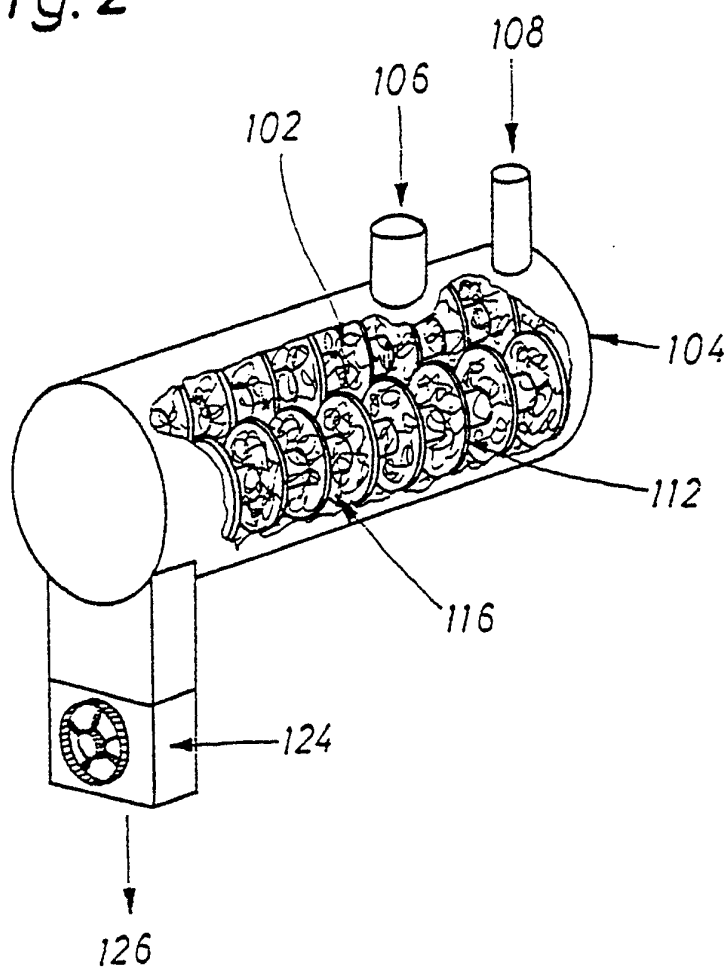
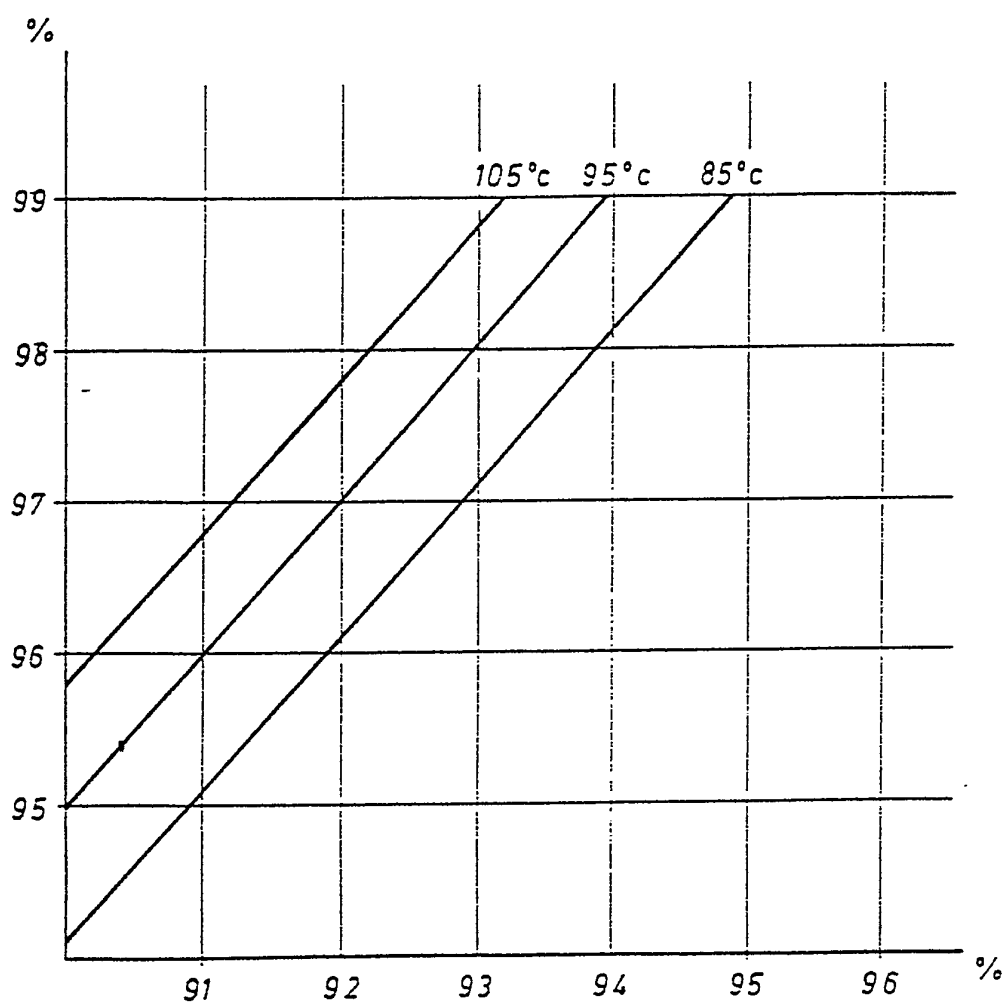
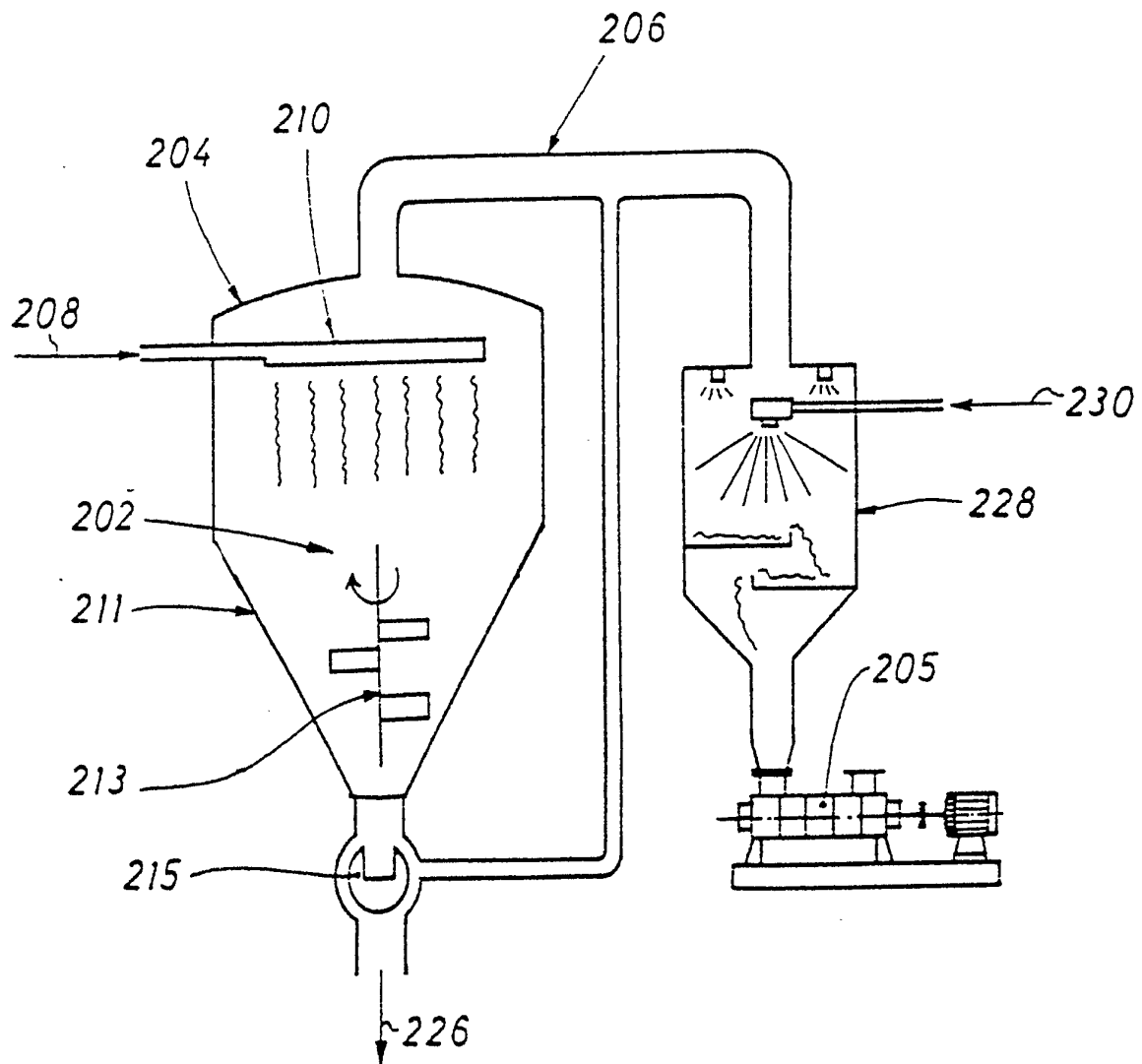
Fig. 2

Fig. 3



*Fig. 4*