

# PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

**2002 -570**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>:

**C 13 D 1/00**

**C 13 D 3/00**

**C 13 D 3/16**

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **15.08.2000**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **19.08.1999 18.07.2000**  
**18.07.2000**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1999/376026 2000/618831**  
**2000/618416**

(33) Země priority: **US US US**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.11.2002**  
**(Věstník č. 11/2002)**

(86) PCT číslo: **PCT/US00/22301**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO01/014594**

(71) Přihlašovatel:

**TATE & LYLE SUGAR HOLDINGS, INC., Decatur,**  
**IL, US;**  
**TATE & LYLE INDUSTRIES, LIMITED, London,**  
**GB;**

(72) Původce:

**Reisig Richard C., Scottsbluff, NE, US;**  
**Mannapperuma Jatal D., Davis, CA, US;**  
**Donovan Michael, Little Canfield, GB;**  
**Jansen Robert P., Chevy Chase, MD, US;**  
**Hlavacek Marc, London, GB;**  
**Walker Gordon, Whitchurch Hill, GB;**  
**Williams John C., Wokingham, GB;**

(74) Zástupce:

**Pavlica Tomáš Ing., Lohnického 846, Praha 5, 15000;**

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob membránové filtrace cukrové řepy**

(57) Anotace:

Způsob výroby cukru z cukrové řepy zahrnuje kroky a) macerování řepy nebo kousků řepy, b) mechanické oddělování šťávy od macerované řepy a c) membránovou filtraci oddělené šťávy, čímž se vyrábí filtrační zbytek a filtrát. Mechanická extrakce šťávy se dá provést na pohybujícím se, porézním, vakuovém, filtračním loži s protiproudým tokem macerované řepy a vody. Hodnota pH vakuově extrahované šťávy se dá upravit na nejméně 7 přidáním hydroxidu sodného. Tento způsob nepoužívá konvenční řepnou difúzi. U tohoto způsobu se nevyžaduje, aby se šťáva uváděla do styku s vápnem nebo oxidem uhličitým.

## Způsob membránové filtrace cukrové řepy

### Oblast techniky

Předmětný vynález se týká způsobu výroby sacharózy z cukrové řepy.

### Dosavadní stav techniky

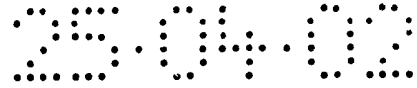
Obvyklý způsob výroby cukru z cukrové řepy zahrnuje čištění řepy, její nařezání na řízky, extrahování šťávy z řízků difusí, čištění šťávy čerčením vápnem a saturací oxidem uhličitým, koncentrování šťávy vícenásobným odpařováním, vícestupňovým vařením koncentrované šťávy v pánvích, separací, vypíráním a sušením cukru.

U obvyklého způsobu se extrakce šťávy provádí tak, že se cukr nechá difundovat skrz přírodní stěny buněk řepy. Stěny buněk umožňují, aby cukry a jiné nízkomolekulární sloučeniny procházely skrz, ale zabráňují průchodu vysokomolekulárních sloučenin. Tento selektivní difusní způsob má dvě výhody. Zadržování vysokomolekulárních sloučenin napomáhá výrobě velmi čisté šťávy. Rovněž to snižuje filtrační obtíže, které jsou způsobovány polysacharidy a proteiny, které zahrnují vysokomolekulární sloučeniny.

Čištění řepné šťávy je u běžného způsobu založeno na úpravě vápnem. Vápno slouží ve způsobu čištění vápnem mnoha účelům. Neutralizuje kyselost šťávy a sraží vápenné soli několika organických a anorganických kyselin. Sraženina absorbuje jiné nečistoty. Vápenná sraženina vytváří porézní hmotu, která usnadňuje následnou filtraci šťávy.

Běžný způsob difuze při extrakci šťávy z řepy má své nevýhody. Má dlouhou retenční dobu, která podporuje růst mikrobů, což vede ke ztrátě cukru a vytváření nežádoucích sloučenin. Je obtížné zvyšovat teplotu nařezaných řízků dostatečně rychle, aby se zabránilo růstu mikroorganismů. Kaše, která zbývá po difuzi se zpravidla lisuje a vylisovaná šťáva se přivádí zpátky do difuséru. Podstatná část vysokomolekulárních sloučenin, které jsou v difusním způsobu zadrženy stěnami buněk, je při lisování uvolněna a míchá se s difusní šťávou. To částečně neguje výhody selektivního způsobu difuze.

Běžný způsob čerčení vápnem používá velká množství vápna, která činí až 2,5 % celkové



hmotnosti zpracovávané řepy. Cukrovary proto provozují pece na pálení vápna a dopravují k tomuto účelu vápenec na velké vzdálenosti. Odpady z čerání vápnem a saturace oxidem uhličitým, skládající se z použitého vápna a oddělených nečistot, se likvidují jako odpad. Výroba vápna a likvidace odpadu z čerání jsou nákladné operace. Likvidace odpadu z čerání je stále obtížnější a v mnohých komunitách je drahá.

Běžná úplná filtrace není schopna oddělit sacharózu od makromolekulárních nečistot v cukrové řepě. Je popsáno i několik způsobů používání mikrofiltrace a ultrafiltrace k čištění šťávy se sníženým používáním vápna, ale tyto způsoby obecně zahrnují vkládání mikrofiltračních nebo ultrafiltračních membrán v jednom nebo více místech běžných způsobů zpracování řepy.

Existuje dlouhodobá potřeba najít lepší způsoby získávání cukru z řepy, které by zabránily nebo alespoň minimalizovaly jeden nebo více problémů existujících v dříve používaných způsobech.

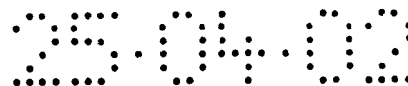
### Podstata vynálezu

Předmětný vynález se týká způsobu výroby cukru z cukrové řepy. V jednom provedení tento způsob zahrnuje kroky: a) buď 1) macerování řepy nebo jejích kousků nebo 2) rozřezávání řepy na řízky, b) oddělování šťávy z macerované řepy nebo řízků a c) membránovou filtraci oddělené šťávy, kterou se připravuje ultrafiltrační zbytek a ultrafiltrační filtrát.

U jiného provedení způsob zahrnuje kroky: a) macerování řepy nebo jejích kousků, b) mechanické oddělování šťávy z macerované řepy a c) membránovou filtraci oddělované šťávy, čímž se připravuje ultrafiltrační zbytek a ultrafiltrační filtrát. Toto provedení předmětného vynálezu používá mechanické prostředky, jako je vakuová filtrace, pro oddělování šťávy z macerované řepy, čímž se liší od způsobu jednoduché difuze, který se používá u technologie zpracování podle známého stavu techniky, aby se získala šťáva z řízků.

U některých zvláště výhodných provedení způsobu, kde je řepa nařezána na kousky a poté macerována a macerace se provádí v diskovém mlýnu, se také dává přednost tomu, aby se prováděla vakuová extrakce šťávy na pohybuícím se porézním filtračním pásu s protiproudým tokem macerované řepy a vody, nejvýhodněji při teplotě nejméně 80 °C. Hodnota pH vakuově extrahované šťávy se s výhodou nastaví kolem hodnoty 7 přidáváním hydroxidu sodného.

U jednoho zvláště výhodného provedení způsobu je šťáva uvedena do styku s činidlem



zvoleným ze skupiny skládající se z oxidu siřičitého, síranových solí, siřičitanových solí, hydrosiřičitanových solí a jejich směsí v množství postačujícím k nastavení pH extrahované šťávy na hodnotu nepřevyšující 8.

Membránová filtrace se může vhodně provádět ultrafiltrační membránou, nanofiltrační membránou nebo jinými typy membrán, které jsou zde popsány. U jednoho výhodného provedení je membránovou filtrací ultrafiltrace s příčným tokem, a provádí se při nejméně 80 °C a pH ultrafiltračního filtrátu nejméně 7.

Jednou výhodnou alternativou způsobu je podrobit filtrační zbytek z membránové filtrace diafiltraci, aby se získal zbytkový cukr ve filtračním zbytku, čímž se vytvoří diafiltrační filtrační filtrát (zde také nazývaný diafiltrát). Tento diafiltrát je pro další zpracování s výhodou kombinován s filtračním filtrátem z membránové filtrace.

Další výhodnou variantou způsobu je koncentrace filtrátu z membránové filtrace reversní osmózou, čímž se vyrobí koncentrovaný roztok. Tento koncentrovaný roztok se odpařuje a krystalizuje se z něj sacharóza.

Ve způsobu podle vynálezu se s výhodou šťáva nebo filtrát neuvádí do styku s vápnem a s oxidem uhličitým.

Jedno specifické výhodné provedení způsobu zahrnuje kroky: a) řezání cukrové řepy na kousky, b) macerování kousků řepy, c) mechanické extrahování šťávy z macerované řepy, d) síření extrahované šťávy, e) nastavení pH u extrahované šťávy na nejméně 7, f) membránovou filtraci extrahované šťávy, výrobu filtračního zbytku a filtrátu, g) podrobení filtračního zbytku diafiltraci, čímž se vyrábí diafiltrační filtrát, který je obohacen o cukr ve srovnání s filtračním zbytkem h) spojování diafiltračního filtrátu a filtrátu z membránové filtrace, čímž se vyrobí kombinovaná šťáva, i) koncentrování kombinované šťávy reversní osmózou, čímž se vyrobí koncentrovaný roztok a j) odpařování koncentrovaného roztoku a krystalizaci sacharózy z něj.

Toto provedení předmětného vynálezu má mnoho výhod oproti běžnému způsobu s použitím difuze, čerání vápnem a saturace oxidem uhličitým. Tento způsob má například nižší retenční dobu, která snižuje rozsah mikrobiologické destrukce sacharózy. Jemnost macerované řepy snižuje procento sacharózy zadržené v kaši pod 0,5 % ve srovnání s 0,75 % u běžného způsobu. Vyšší extrakce díky maceraci a nižší inverze díky snížené retenční době zvyšují celkovou výtěžnost cukru o 1 až 2 % hmotn., vztaženo na zpracovávanou řepu.

Tento způsob čištění vyrábí z cukrové řepy šťávu, která je méně zbarvena, než jak je tomu u tradiční difuze a saturace oxidem uhličitým. Menší zbarvení šťávy umožňuje menší praní



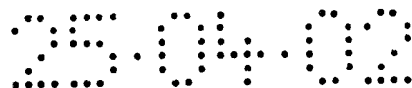
konečného krystalického výrobku. Membránová filtrace odstraňuje makromolekuly ve šťávě z řepy, takže se vyrábí sirup s nižší viskositou. Sirupy s nižší viskositou krystalizují rychleji a vytlačují se snadněji s povrchu krystalů sacharózy. Málo zbarvený, málo viskózní sirup snižuje recykl během krystalizačního způsobu, což vede k lepšímu získávání cukru.

Způsob vylučuje pec na pálení vápna, dobývání vápence a všechno s tím spojené zařízení, způsoby, výrobky, vedlejší výrobky a odpadní produkty. Hydroxid sodný na neutralizaci šťávy stojí asi polovinu toho, co vápno, které nahrazuje. S hydroxidem sodným se snadněji manipuluje, je čistší a pro zařízení méně abrazivní než vápno.

U předmětného vynálezu také dochází k značnému snížení odpadů, které způsobují znečišťování životního prostředí. Konvenčním způsobem se vyrábí filtrační koláč, který zahrnuje produkty čerení vápnem a nečistoty odstraněné ze šťávy. Tento koláč je umístěn do rybníků nebo na skládky. Navrhovaný způsob zcela vylučuje potřebu likvidace takových materiálů. Invertní cukry končí v melase, což je prodejný vedlejší produkt, a ne v odpadu. Předmětný vynález také umožňuje vyloučení saturace oxidem uhličitým, což je hlavní zdroj znečištění ovzduší u cukrovarů.

U dalšího provedení předmětného vynálezu se filtruje vstupní šťáva obsahující sacharózu, která byla získána z cukrové řepy, přes první ultrafiltrační membránu která vytváří řez na první molekulární hmotnosti. Tento ultrafiltrační krok vyrábí první filtrační ultrafiltrační filtrát a první ultrafiltrační zbytek. První ultrafiltrační filtrát se filtruje přes druhou ultrafiltrační membránu, která vytváří řez na druhé molekulární hmotnosti, která je nižší, než je řez na úrovni první molekulární hmotnosti. Tento druhý ultrafiltrační krok vytváří druhý ultrafiltrační filtrát a druhý ultrafiltrační zbytek. Druhý ultrafiltrační filtrát je nanofiltrován skrz nanofiltrační membránu, čímž se vytváří nanofiltrační filtrát a nanofiltrační zbytek. Nanofiltrační zbytek má vyšší koncentraci sacharózy, na bázi sušiny, než výchozí šťáva zaváděná do prvního ultrafiltračního kroku a může být použita při odpařovacích a krystalizačních operacích k výrobě krystalů z bílého cukru.

U jednoho konkrétního provedení vynálezu je vstupní šťáva obsahující sacharózu vyráběna macerováním cukrové řepy nebo jejich kousků, čímž se vytváří macerovaný materiál, který zahrnuje kaši a kapalinu a potom se odděluje kapalina obsažená v macerovaném materiálu z kaše například jednou nebo několika operacemi ze skupiny složené z odstředování, konvenční filtrace nebo cezení. U jednoho konkrétního provedení je řepa macerována tak, že nejprve prochází přes kladivový mlýn a popřípadě potom může procházet přes mlecí zařízení, kde se



řepa převádí na směs kaše a kapaliny obsahující sacharózu. Po oddělení kapaliny od kaše nezůstane v kaši více než asi 5 % hmotn. sacharózy, s výhodou ne více než asi 3 %.

Po oddělení vláknité kaše od kapaliny a před první ultrafiltrací může způsob popřípadě zahrnovat další krok nebo kroky k odstranění zbytku vláken řepy a kalu z oddělené kapaliny (šťávy). Lze to provádět cezením anebo filtrací. Cezení nebo filtrace s výhodou odstraní nejméně 90 % hmotn. všech vláken a kalu, majícího největší rozměr kolem 150  $\mu\text{m}$  nebo větší, s výhodou nejméně 90 % hmotn. všech vláken a kalu, majícího největší rozměr 50  $\mu\text{m}$  nebo větší.

U dalšího provedení vynálezu se řepa na místo macerování řeže na řízky a vstupní šťáva obsahující sacharózu se z ní získává difusí.

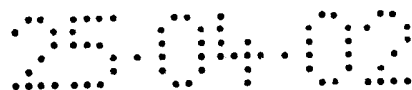
Také je možné zavádět vzduch do vstupní šťávy před první ultrafiltrací, aby se oxidovaly barvotvorné materiály. Tato oxidace, která zvyšuje zbarvení šťávy, způsobuje, že barvotvorné materiály polymerují, což usnadňuje jejich odstraňování při následující ultrafiltraci. (Tam, kde se v předmětném patentu hovoří o polymeraci barvotvorných materiálů, má se za to, že to zahrnuje fyzickou aglomeraci stejně jako chemickou polymeraci.) Další možností je zavést do přiváděné šťávy před první ultrafiltrací peroxid vodíku, ozón nebo obojí. Tyto materiály také usnadňují oxidaci.

Hodnota pH u přiváděné šťávy se před ultrafiltrací s výhodou seřídí na hodnotu 6 až 8, například přidáním zásady. Může to napomoci minimalizovat tvorbu invertu.

První ultrafiltrační membrána vytváří s výhodou řez na molekulové hmotnosti nejméně 2000 daltonů a velikost pórů není větší než kolem 0.1  $\mu\text{m}$ . S výhodou se u ní provádí řez na molekulové hmotnosti kolem 4000 až 200 000 daltonů. Ultrafiltrační filtrát z první ultrafiltrace má s výhodou zbarvení kolem 3000 až 10 000 icu. (Všechny zde uvedené hodnoty zbarvení se stanovují na stupnici ICUMSA.)

Způsob podle předmětného vynálezu se dá provozovat při řadě různých podmínek způsobu. Příkladem těchto podmínek je, že vstupní šťáva může mít teplotu 60 až 93  $^{\circ}\text{C}$  (140 až 200  $^{\circ}\text{F}$ ) během první ultrafiltrace, s výhodou 71 až 85  $^{\circ}\text{C}$  (160 až 185  $^{\circ}\text{F}$ ).

Druhá ultrafiltrační membrána provádí řez na molekulové hmotnosti 500 až 5000 daltonů, s výhodou na molekulové hmotnosti 1000 až 4000 daltonů. U jednoho zvláštního provedení způsobu se druhá ultrafiltrace provádí ve dvou stupních, přičemž první stupeň používá ultrafiltrační membránu provádějící řez na molekulové hmotnosti při 3500 až 4000 daltonech a druhý stupeň používá ultrafiltrační membránu provádějící řez na molekulové hmotnosti menší než 3 500 daltonů. Druhý ultrafiltrační filtrát má s výhodou zbarvení, které není intenzivnější než



4000 icu, ještě výhodněji ne více než 2500 icu.

Aby se minimalizovala ztráta sacharózy ve filtračním zbytku z prvního a druhého ultrafiltračního kroku, je výhodné zahrnout do procesu diafiltrační kroky. "Diafiltrace" se zde používá ve smyslu ultrafiltrace, která využívá vodu přidanou do vstupu, aby se napomohlo proplavení sacharózy skrz membránu.

U jednoho takového provedení způsobu se diafiltruje první ultrafiltrační zbytek skrz nejméně první diafiltrační/ultrafiltrační membránu. Tím se vytvoří první diafiltrační filtrát a první diafiltrační zbytek. První diafiltrační filtrát se potom zkombinuje s prvním ultrafiltračním filtrátem a filtruje se skrz druhou ultrafiltrační membránu.

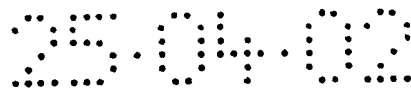
Podobně filtrační zbytek z druhé ultrafiltrace může být diafiltrován skrz nejméně druhou diafiltrační/ultrafiltrační membránu. Tento druhý diafiltrační krok vytváří druhý diafiltrační filtrát a druhý diafiltrační zbytek. Druhý diafiltrační filtrát se potom kombinuje s druhým ultrafiltračním filtrátem a následně se filtruje skrz nanofiltrační membránu.

Filtrační zbytky z první a druhé ultrafiltrace (nebo diafiltrace) a filtrát z nanofiltrace se mohou zkombinovat tak, aby se vyrobila melasa. Tento kombinovaný proud může vyžadovat, aby byl koncentrován odpařováním vody.

Navíc k čištění šťávy nanofiltrací je možné zahrnout do způsobu iontoměničové anebo elektrodialyzační čisticí kroky. Tyto tři čisticí způsoby se dají použít v jakémkoliv pořadí. U jednoho zvláště upřednostňovaného provedení způsobu je nanofiltrační zbytek čištěn elektrodialýzou, čímž se vytváří elektrodialyzovaná šťáva a elektrodialyzovaný zbytek, a potom se elektrodialyzovaná šťáva čistí iontovou výměnou, čímž se vytváří vyčištěná šťáva. Žádný z filtrátů se přitom s výhodou neuvádí do styku s vápnem nebo oxidem uhličitým.

Nanofiltrace odstraňuje popel (včetně jednomocných a dvojmocných kationtů), invert, organické kyseliny, dusíkatý materiál a jiné nízkomolekulární organické nebo nabitě sloučeniny. Nanofiltrace a případná elektrodialýza anebo iontová výměna s výhodou odstraňují nejméně kolem 65 % hmotn. Ca, Mg, K, Na a s nimi spojených anorganických a organických aniontů, které jsou přítomny v druhém ultrafiltračním filtrátu. Iontová výměna nahrazuje zbývající dvojmocné kationty jako je vápník a hořčík jednomocnými kationty, jako je draslík a sodík. Nanofiltrační zbytek má s výhodou nižší koncentraci dvojmocných kationtů na bázi sušiny, než filtrát z druhé ultrafiltrace.

Nanofiltrační filtrát bude obsahovat veliké procento nečistot, které byly přítomny ve vstupní šťávě. V mnoha případech bude například nanofiltrační filtrát zahrnovat nejméně 30 %



hmotn. popele na bázi sušiny, nejméně 30 % invertu a nejméně kolem 25 % betainu přítomného ve vstupní šťávě.

Vyčištěná šťáva (tj. po nanofiltraci a elektrodialýze anebo iontové výměně) má s výhodou koncentraci popele, která není větší, než 2,5 % hmotn. na bázi sušiny, výhodněji ne více než 2 %, nejméně výhodněji ne více než 1.0 %.

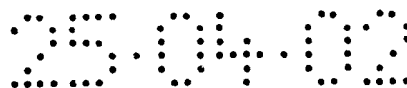
Po krocích membránové filtrace (a krocích elektrodialýzy anebo iontové výměny), se může odpařovat voda z vyčištěné šťávy tak, aby se vyráběl koncentrovaný sirup (např. se 75 % sušiny). Bílý cukr se potom může krystalizovat z koncentrovaného sirupu. Kvůli vysokému stupni odstranění nečistot může přítomný vynález dosáhnout dvou krystalizací bílého cukru z koncentrovaného sirupu oproti jedné, která je typická pro způsoby podle známého stavu techniky.

Po jedné nebo více krystalizacích bílého cukru z koncentrovaného sirupu zůstane matečný louh. Tento matečný louh se může recyklovat na jednu z ultrafiltrací, popřípadě může být tento recyklační proud dále čištěn, aby se nížil obsah rafinózy.

Způsob může popřípadě zahrnovat šíření jednoho nebo více procesních proudů. Zejména nejméně jeden vodný proud zvolený ze skupiny skládající se z vstupní šťávy, ultrafiltrační filtrátu z první ultrafiltrace, ultrafiltrační filtrátu z druhé ultrafiltrace, nanofiltračního zbytku z nanofiltrace a nástřiku na odparku mohou být uvedeny do styku s činidlem zvoleným ze skupiny skládající se z oxidu siřičitého, siřičitanových solí, hydrosiřičitanových solí, metahydrosiřičitanových solí, dithionitů a jejich směsí, v množství postačujícím k zabezpečení ekvivalentní koncentrace oxidu siřičitého v proudu nejméně 100 mg/kg (ppm).

Jedno zvláště výhodné provedení vynálezu je způsob výroby cukru z řepy, který zahrnuje kroky:

- a) macerování cukrové řepy nebo jejích kousků, čímž se vytvoří kaše, která obsahuje vodnou kapalinu obsahující sacharózu,
- b) oddělení kapaliny obsahující sacharózu od kaše (nebo jako alternativa ke krokům ad a) a ad b), nařezání cukrové řepy na řízky a z nich získání vstupní šťávy obsahující sacharózu difusí),
- c) filtrování kapaliny obsahující sacharózu přes první ultrafiltrační membránu, která provádí řez na molekulové hmotnosti 4000 až 200 000 daltonů, čímž se vytváří první ultrafiltrační filtrát, který má zbarvení, které není intenzivnější než 10 000 icu a první ultrafiltrační zbytek,



- d) filtrování prvního ultrafiltračního filtrátu přes druhou ultrafiltrační membránu, která provádí řez na molekulové hmotnosti 2000 až 4000 daltonů, čímž se vytváří druhý ultrafiltrační filtrát, který má zbarvení, které není větší než 4000 iu a druhý ultrafiltrační zbytek,
- e) filtrování druhého ultrafiltračního filtrátu skrz nanofiltrační membránu, čímž se vyrobí nanofiltrační filtrát a nanofiltrační zbytek z nanofiltrace, přičemž nanofiltrační zbytek má vyšší koncentraci sacharózy na bázi sušiny než kapalina obsahující sacharózu v kroku (b),
- f) čištění nanofiltračního zbytku z nanofiltrace nejméně jedním ze způsobů ze skupiny sestávající se z iontové výměny a elektrodialýzy, čímž se vyrábí nástřík na odparku,
- g) odpařování vody z nástříku na odparku, čímž se vytvoří koncentrovaný sirup a
- h) krystalizování bílého cukru z koncentrovaného sirupu.

Popřípadě toto provedení způsobu může dále zahrnovat kroky:

- i) krystalizování matečného louhu z první krystalizace k výrobě bílého cukru,
- j) úpravu matečného louhu z druhé krystalizace chromatografickou separací nebo enzymem k odstraňování rafinózy a
- k) recyklování upraveného matečného louhu zpět do vstupního proudu do nanofiltrace nebo do nástříku na odparku.

Dalším aspektem předmětného vynálezu je způsob čištění šťávy obsahující sacharózu získané z cukrové řepy. Tento způsob zahrnuje kroky:

- a) zavádění dostatku vzduchu do šťávy, aby se způsobila polymerace barevných částic, a
- b) odstraňování nejméně části barevných částic ze šťávy membránovou filtrací přes nejméně jednu ultrafiltrační membránu nebo nanofiltrační membránu.

Různé aspekty předmětného vynálezu mají řadu výhod oproti způsobům zpracování cukrové řepy dle známého stavu techniky. Způsob podle předmětného vynálezu například vylučuje potřebu pece na pálení vápna, vápencového dolu a všeho s tím spojeného zařízení, způsobů, výrobků, vedlejších výrobků a odpadních produktů. Předmětný vynález také vede k drastickému snížení odpadních produktů, které způsobují ekologické znečištění. Konvenční způsob vytváří filtrační koláč, který zahrnuje výrobky z čerení vápnem a nečistoty odstraněné ze šťávy. Tento koláč se zavází do rybníků nebo skládek. Navrhovaný způsob zcela vylučuje potřebu likvidace takovýchto materiálů. Předmětný vynález umožňuje vyloučení způsobu saturace oxidem uhličitým, který je hlavním zdrojem znečištění ovzduší u cukrovarů



zpracovávajících cukrovou řepu.

Předmětný vynález poskytuje nákladově příznivý způsob snižování obsahu popela v řepné šťávě nebo sirupu, s výhodou na 2 % nebo méně (na bázi sušiny), výhodněji na 1,5 % nebo méně, nejvýhodněji na 1 % nebo méně. Toto snížení obsahu popela je důležité, protože umožňuje druhé vysrážení krystalů sacharózy ze sirupu. U způsobů zpracování řepy podle známého stavu techniky obsah popela v rozsahu 3,5 % prakticky znemožňoval mít více než jednu operaci vysrážení krystalů sacharózy.

Předmětný vynález dokáže navíc v první řadě vyloučit potřebu odstraňování cukru z proudů melasy. Účinné kroky membránové filtrace zabraňují tomu, aby se velká množství cukru dostávala do proudů melasy.

Předmětný vynález dále poskytuje ekonomický a spolehlivý způsob odstraňování barvotvorných materiálů z řepné šťávy. Rovněž může snížit vytváření nežádoucích krystalických forem kvůli přítomnosti značného množství rafinózy.

#### Přehled obrázků na výkresech

Obrázek 1 je průtočné schéma způsobu znázorňující způsob podle předmětného vynálezu k získávání sacharózy z cukrové řepy, přičemž způsob zahrnuje maceraci řepy.

Obrázek 2 je průtočné schéma způsobu s hmotnostní bilancí pro jiné provedení vynálezu.

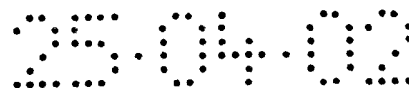
Obrázky 3 a 4 jsou průtočná schémata způsobu znázorňující provedení podle předmětného vynálezu ve kterých se cukrová řepa maceruje.

Obrázky 5 a 6 jsou průtočná schémata způsobu znázorňující provedení podle předmětného vynálezu ve kterých se cukrová řepa řeže na řízky.

#### Příklady provedení vynálezu

Předmětný vynález poskytuje zlepšený způsob získávání sacharózy z cukrové řepy. Jedno provedení vynálezu je znázorněno na obr. 1.

Řepa, která přichází z pole se uchovává ve skladovací oblasti 10. Zpravidla se u způsobu používá čerstvá řepa, ale zmrzlá řepa se dá také použít. Řepa se ze skladovací oblasti 10 plaví do konvenčního pracího zařízení 12, ve kterém se odstraňuje špina s povrchu řepy. Opraná řepa, vystupující z pracího zařízení 12, prochází dopravníkem 14, kde se voda odstraňuje. Proudů prací vody 18 a plavící vody 16 sbírané z tohoto zařízení se odvádějí do rybníků 20 na úpravu



odpadní vody.

Opraná řepa 21 se dopravuje dopravním zařízením 22 do řezacího zařízení 24, jako je kladivový mlýn nebo řezačka, ve kterém se řepa řeže na kousky, například na kousky mající průměrnou tloušťku 25 mm (1 palec). Proud kousků řepy z řezačky (nebo alternativně celé řepy 21) se přivádí do maceračního zařízení 28. Macerační zařízení 28 může zahrnovat například jeden nebo více kladivových mlýnů (s výhodou s pevnými noži) které používají sadu rotačních ostří namontovaných na horizontálním hřídeli, které protlačují řepu skrz vytlačovací síto. Jiné macerační zařízení může zahrnovat jeden nebo více diskových mlýnů, které používají disky jako primární zařízení diskového mlýnu. Disky v sobě mají s výhodou drážky, které usnadňují maceraci a disky mohou být v horizontální nebo vertikální poloze. Diskovým mlýnům se dává v současnosti přednost před kladivovými mlýny, i když je možné používat oboje mlýny za sebou (např. jako kladivový mlýn, za kterým následuje diskový mlýn). Do macerátoru 28 se přidává extrahovaná šťáva 28 nebo proud 34 vody k usnadnění vypouštění macerované řepy anebo k řízení teploty zařízení.

Proud macerované řepy 30 se vede do vakuového extrakčního aparátu 32 na extrakci šťávy. Tento extrakční aparát 32 může zahrnovat horizontální, porézni pohyblivý pás, na který zespod působí vakuum. Macerovaná řepa se přivádí jako rovnoměrná vrstva na jednom konci (vstupním konci 33) pásu. Na opačném výstupním konci 35 pásu se přidává proud 34 čisté vody. Vstup macerované řepy a vstup vody do tohoto extrakčního aparátu 32 tedy probíhá navzájem protiproudě. Proud šťávy 36 se znovu zavádí nad pás, s výhodou na několika místech. Tento způsob protiproudé filtrace vytváří proud kaše 68 s nízkým obsahem cukru a proud 38 extrahované šťávy s vysokým obsahem cukru. Způsob protiproudé vakuové filtrace se s výhodou provádí při zvýšené teplotě kolem 80 °C, aby se kontroloval mikrobiální růst a zlepšila extrakce šťávy.

Rovněž lze použít dělicí odstředivku nebo sérii dělicích odstředivek, aby se oddělila extrahovaná šťáva 38 od macerovaného řepného materiálu, kaše 68. Dělicí odstředivka se může skládat buď ze svislého nebo horizontálního rotačního perforovaného koše, ve kterém je proud 30 macerované řepy zaváděn do koše a pevná fáze, macerovaný řepný materiál, kaše 68, a kapalná fáze, extrahovaná šťáva 38, se od sebe oddělují na sítu působením odstředivé síly. Prací voda 66 anebo protiproudý proud 36 extrahované šťávy se rozstříkují na macerovaný řepný materiál, kaši 68, během odstředování, aby se minimalizoval obsah cukru v kaši 68.

Kaše 68, která opouští extrakční aparát 32 má velmi nízký obsah sacharózy, ale vysoký

obsah vody. Stlačuje se ve šnekovém lisu 70, aby se extrahovala a zředila vylišovaná šťáva 72, která obsahuje kolem 1% rozpuštěných pevných látek a kolem 99 % vody. Rozpuštěné pevné látky se skládají z kolem 50 % sacharózy a 50 % jiných látek než cukrů. Tato zředěná vylišovaná šťáva 72 se ohřeje na teplotu kolem 80 °C v ohřívači 74 a potom se vrací do extrakčního aparátu 32 jako proud 36 šťávy. Vylišovaná kaše 76 se používá jako krmivo pro zvířata, přičemž se může, ale nemusí ještě usušit.

Extrahovaná šťáva 38 se posílá do nádrže 41 a může být popřípadě sířena přidáním oxidu siřičitého nebo siřičitanových nebo hydrosiřičitanových solí do proudu 40, například plynného oxidu siřičitého nebo vodného hydrosiřičitanu amonného v koncentraci kolem 65 %. Zbytková hladina oxidu siřičitého ve šťávě je s výhodou nejméně 100 ppm. Síření může probíhat během řezání, macerování, extrakce šťávy nebo v jiných okamžicích způsobu jako alternativa k nebo navíc ke konkrétnímu kroku síření podle tohoto provedení. Toto síření zabrání zvýšení barevnosti, ke kterému by jinak došlo během operací po membránové filtraci a odpařování. Rovněž lze použít i jiné antioxydanty.

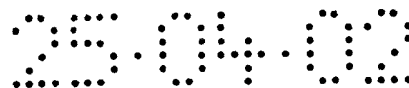
Šťáva se potom neutralizuje přidávkem vodného roztoku hydroxidu sodného 42, s výhodou na hodnotu pH nejméně 7, v neutralizační nádrži 43. Toto nastavení pH napomáhá zabránit inverzi cukrů, ke které dochází za zvýšené teploty. K nastavení hodnoty pH se dají použít i jiné chemikálie, např. kapalný hydroxid draselný nebo granulovaný uhličitan sodný.

Šťáva extrahovaná z macerované řepy způsobem protiproudé filtrace má kolem 0,2 % suspendovaných pevných látek, kolem 14 % rozpuštěných pevných látek a kolem 84 % vody. Rozpuštěné pevné látky tvoří z kolem 85 % sacharóza a z 15 % jiné látky než sacharóza. Teplota extraktu je s výhodou kolem 80 °C a jeho pH je nejméně 7.

Upravená šťáva potom může procházet ohřívačem 44 aby se zvýšila její teplota na kolem 80 °C.

Ohřátá šťáva se potom zpracovává membránovou filtrací 46, s výhodou ultrafiltrací s příčným tokem, aby se oddělily vysokomolekulární sloučeniny z roztoku sacharózy. Ultrafiltrace vytváří ultrafiltrační filtrát 48 (také uváděný jako filtrát nebo vyčeřená šťáva), který tvoří kolem 12 % rozpuštěných pevných látek a kolem 88 % vody. Rozpuštěné pevné látky tvoří z kolem 90 % sacharóza a 10 % látky, které nejsou cukry. Ultrafiltrační filtrát 48 má s výhodou teplotu kolem 80 °C a jeho pH je nejméně 7.

Filtrát z ultrafiltrace má ekvivalentní čistotu sacharózy jako zředěná šťáva vyrobená konvenčním cukrovarnickým způsobem, což je kolem 90 %, ale jsou zde důležité rozdíly mezi



necukry v obou produktech. Ultrafiltrovaná šťáva může obsahovat vyšší hladinu invertního cukru anebo nižší hladinu makromolekulárních sloučenin, než konvenční řídká šťáva.

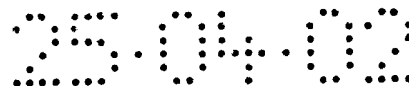
Invertní cukry v ultrafiltrované šťávě v první řadě skončí v melase, aniž by drasticky snížily výtěžnost sacharózy. Je to výhoda ve srovnání s konvenčním způsobem čerání vápnem, který odesílá reakční produkty vápna a invertovaných cukrů do systému likvidace odpadů. Nižší hladiny makromolekulárních sloučenin vedou ke šťávě s nižší viskositou, která má lepší parametry při vaření cukru.

Ultrafiltrace vytváří šťávu s menším zbarvením. Extrahovaná šťáva 38 zpravidla má hodnotu zbarvení vyšší než 100 000 na stupnici ICUMSA. Ultrafiltrační filtrát 48 má zpravidla hodnotu zbarvení na téže stupnici pod 2000. Je to ekvivalentní nebo lepší, než hodnota zbarvení řídké šťávy připravené konvenčním způsobem. Nižší zbarvení v kombinaci s nižší viskozitou vede k snazšímu způsobu vaření cukru. Výsledkem je vyšší extrakce cukru, účinnější vaření cukru a nižší ztráta cukru do melasy.

U předmětného vynálezu se dá použít řada uspořádání membrány, včetně například membrán spirálových, z dutých vláken a trubiček. Membrány vhodné pro tento separační proces by měly mít dvě unikátní vlastnosti. Měly by mít vysokou propustnost pro vodu a sacharózu, ale nízkou průchodnost pro barvicí látky a jiné makromolekulární sloučeniny. Husté ultrafiltrační membrány odřezávající molekulovou hmotnost na rozmezí 1000 a 10 000 a řídké nanofiltrační membrány s asi 10 % odmítáním NaCl jsou dobře vhodné pro tuto aplikaci. Membrány, které mají negativní povrchové napětí mají přednost, protože většina sloučenin, které mají být odmítnuty, je nabitá negativně.

Ultrafiltrační zbytek 50 z ultrafiltračního procesu obsahuje většinou suspendované a rozpuštěné nečistoty. Rovněž obsahuje významné množství sacharózy. Aby se získala alespoň část této sacharózy diafiltruje se tento ultrafiltrační zbytek 50 skrz membránový systém 52 s přídavkem vody 54. Tato diafiltrace extrahuje většinu cukru zbylého v ultrafiltračním zbytku. Diafiltrační filtrát 56 obsahuje kolem 3 % rozpuštěných pevných látek a kolem 97 % vody. Rozpuštěné pevné látky v diafiltrátu zahrnují kolem 88 % sacharózy a 12 % necukrů. Teplota diafiltrátu je s výhodou kolem 80 °C a jeho pH je vyšší než 7. Diafiltrační zbytek 58 z diafiltračního procesu obsahuje kolem 5 % suspendovaných pevných látek, 3 % rozpuštěných pevných látek a kolem 87 % vody. Zkoncentruje se odpařením a používá se jako krmivo pro zvířata, přičemž se buď míchá nebo nemíchá s lisovanou kaší.

Ultrafiltrační filtrát 48 a diafiltrát 56 se kombinují tak, aby se vytvořil složený



produktový proud 60. Složený produktový proud 60 (rovněž nazývaný vyčištěná šťáva) obsahuje kolem 11 % rozpuštěných pevných látek a kolem 89 % vody. Rozpuštěné pevné látky zahrnují kolem 90 % sacharózy a 10 % necukrů.

System membrány s reverzní osmózou 62 se může použít na předběžnou koncentraci proudu vyčištěné šťávy 60. Je to další proces s příčným průtokem skrz membránu, na předběžné zkoncentrování zředěných roztoků sacharózy, který je energeticky méně intenzivní a ekonomičtější než konvenční procesní kroky. Produkt 64 systému reversní osmózy obsahuje kolem 20 % rozpuštěných pevných látek a kolem 80 % vody. Rozpuštěné pevné látky zahrnují kolem 90 % sacharózy a 10 % necukrů.

Filtrát 66 z reversní osmózy je velmi kvalitní voda. Část 34 této vody se používá v protiproudém vakuovém filtračním procesu 32 a zbytek v jiných aplikacích na výrobní jednotce, jako je vstupní voda 54 do diafiltračního procesu 52.

Teplota předem zkoncentrovaného roztoku 64 sacharózy se potom zvýší v ohřívачi 80 a následně se odstraní zbývající voda v odparkách 82. Sacharóza se krystalizuje jako u běžných způsobů.

Část zařízení použitého u tohoto způsobu podle obr. 1 je konvenčního typu a dobře je známa odborníkům v oboru. Patří sem zařízení na praní řepy, lisy na kaši a odparky. Aparát 24 na řezání řepy a macerační aparát 28 jsou komerčně dostupné od dodavatelů jako je H. Putsch GmbH & Company (Hagen, Německo), Maguin Company (Charmes, Francie), Dakota Machine Inc. (West Fargo, North Dakota, USA) a The Fitzpatrick Company (Elmhurst, Illinois, USA). Vhodný vakuový aparát s pásem na extrakci šťávy je dostupný od firmy EIMCO Company (Salt Lake City, Utah, USA) a Dorr-Oliver (Milford, Connecticut, USA). Odstředivý extrakční aparát je dostupný od firmy Western States Machine Company (Hamilton, Ohio, USA) a Silver-Weibull (Hassleholm, Švédsko). Vhodné membránové filtrační systémy jsou dostupné od dodavatelů jako je CeraMem Corp. (Waltham, Massachusetts, USA), Koch Membrane Systems, Inc. (Wilmington, Massachusetts, USA), a Osmonics, Inc. (Minnetonka, Minnesota, USA).

Následující tabulka 1 uvádí vhodné parametry některých procesních proudů na obr. 1, jmenovitě RDS (hmotnostní % refraktivní sušiny), čistotu (sacharóza jako % z celkové sušiny), pH a teplotu.

Tabulka 1

Č. proudu	RDS	Čistota	pH	teplota °C (°F)
38	12	85	6	38 (100)
45	12	85	8	71 (160)
48	11	90	8	71 (160)
50	15	75	8	71 (160)
58	8	20	8	71 (160)
64	20	90	8	71 (160)
66	3	88	8	71 (160)
72	1	50	6	38 (100)

U způsobu je možných mnoho variant. K vhodným variantám patří reverzní osmóza před ultrafiltrací, síření po ultrafiltraci a sterilizace macerované řepy chemickými nebo fyzikálními způsoby. Další alternativou je oddělená úprava vylisované šťávy 72 namísto jejího vracení do protiproudého vakuového filtračního procesu. Rovněž by bylo možné zahrnout úpravu určitým množstvím vápna anebo saturaci oxidem uhličitým, ale v současnosti se dává přednost tomu, že se způsob provozuje bez použití vápna nebo saturace oxidem uhličitým.

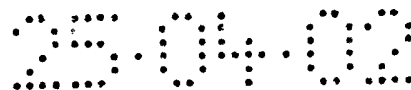
K dalšímu čištění u tohoto způsobu by se dalo použít chromatografické dělení. Chromatografické dělení vyžaduje předúpravu šťávy a změkčení šťávy. Protože šťáva ze současného způsobu prošla membránovou filtrací a nebylo přidáno žádné vápno, výborně by se hodila pro chromatografické dělení.

Další použití membránové separace v navrhovaném způsobu by dovolovalo separaci sacharózy z dalších složek řepné šťávy jako invertních cukrů a oligosacharidů.

Pokud se používá řepa vynikající kvality, lze zredukovat nebo vyloučit chemikálie používané pro seřízení pH a síření. Rovněž je možné provozovat různé jednotkové operace při poněkud jiných parametrech způsobu, než jsou ty, které jsou uvedeny ve výše popsaném provedení nebo v následujících příkladech.

Ukázalo se, že vyluhováním macerované řepy lze dosáhnout získání 99,8 % cukrů v šesti stupních, přičemž se v každém použije čerstvá voda. Bylo také ukázáno, že ultrafiltrace šťávy je schopna dosáhnout výtěžku 99,8 % cukru v šesti stupních diafiltrace, ale tento stupeň extrakce může být příliš ambiciózní pro průmyslový způsob, protože zahrnuje nadměrné používání zředovací, která se pak musí odstranit, aby se získal cukr.

Hmotnostní bilance u způsobu podle předmětného vynálezu byla připravena na základě vstupu 1000 jednotek řepy se 78 % vody, 17 % RDS a s 89 % čistotou sacharózy a s odhadovanou výtěžností cukru kolem 99,5 % jak v extrakčních, tak i v diafiltračních operacích.



Obrázek 2 ukazuje průtočné schéma tohoto provedení způsobu s hmotnostní bilancí. Čísla uvedená tučně jsou založena na experimentálních údajích a dalších dostupných informacích. Všechna ostatní čísla jsou stanovena s použitím konstitutivních a konzervačních vztahů. "EJ" znamená extrahovanou šťávu (extracted juice), "UFP" znamená ultrafiltrační filtrát (ultrafiltration permeate), "UFR" znamená ultrafiltrační zbytek (ultrafiltration retentate), "DFP" znamená diafiltrační filtrát (diafiltration permeate), "DFR" znamená diafiltrační zbytek (diafiltration retentate), "MP" znamená smíšený filtrát (mixed permeate) a "NSDS" znamená necukrové rozpuštěné pevné látky (non-sugar dissolved solids).

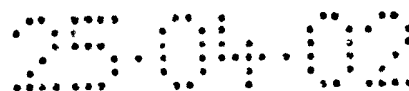
Na obr. 2 je řepa macerována šťávou z druhého stupně extraktoru. Macerovaná řepa se přivádí do prvního stupně extraktoru a šťáva z tohoto stupně se dodává do ultrafiltračního systému. Kaše z prvního stupně se pohybuje skrz několik stupňů extraktoru až se extrahuje téměř všechny cukr (99,5 %). V posledním stupni extraktoru se přivádí čerstvá voda. Extrahovaná šťáva se zpracovává ultrafiltrací, aby se získalo 90 % šťávy jako ultrafiltrát. Ultrafiltrační zbytek se diafiltruje s takovým objemem čerstvé vody, který činí pětinasobek jeho objemu. Kombinovanou ultrafiltrací a diafiltrací se získává kolem 99,5 % cukru obsaženého ve vstupu.

U způsobu podle obrázku 2 se dá provést několik zlepšení. Vlhká kaše se dá vylisovat, aby se snížil obsah vlhkosti na kolem 80 %, a vylisovaná voda se dá použít k tomu, aby se jí nahradila část čerstvé vody, používané při extrakci. Diafiltrační filtrát z pozdějších stádií by se také mohl použít k náhradě části čerstvé vody v extrakčním procesu. Tyto úpravy sníží zatížení při následujících jednotkových operacích jako je sušení nebo doprava kaše a reversní osmóza nebo odpařování šťávy, ale tato opatření snižují účinnost extrakčního procesu a vyžadují více stupňů.

I když způsob podle předmětného vynálezu může být provozován v šaržovitém režimu, je zvláště vhodný pro kontinuální provoz.

Jiné provedení vynálezu je znázorněno na obr. 3. Řepa přicházející z pole se skladuje ve skladovací oblasti 110. U tohoto způsobu se zpravidla používá čerstvá řepa, ale také se dá používat zmrzlá řepa. Řepa ze skladovací oblasti se plaví konvenčním zařízením na praní řepy, ve kterém se odstraňují nečistoty s povrchu řepy.

Opraná řepa je vedena dopravním zařízením do maceračního aparátu. Macerační aparát může zahrnovat například jeden nebo více kladivových mlýnů 112 a jeden nebo více drtičů 114. Vhodné kladivové mlýny 112 mohou používat sadu kývajících se břitů namontovaných na vertikálním hřídeli, které protlačují řepný materiál skrz výstupní síto. Další vhodný typ



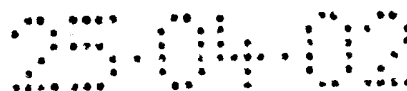
kladivového mlýnu 112 používá pevné břity. Další vhodný macerační aparát zahrnuje jeden nebo více diskových mlýnů, které používají disky jako primární desintegrační zařízení. Disky v sobě mají s výhodou drážky k usnadnění macerace. Disky mohou být horizontálně nebo vertikálně polohovatelné. Rovněž je možné používat jak diskové mlýny, tak i kladivové mlýny, zapojené za sebou (například tak, že za kladivovým mlýnem následuje diskový desintegrační mlýn) nebo je možné mít jenom jeden typ mlýnů, tj. kladivový mlýn.

Částečně macerovaná řepa vystupující z kladivového mlýnu 112 může procházet drtičem 114, ve kterém je řepný materiál dále macerován. Macerovaný materiál opouštějící drtič zahrnuje kaši (tj. vláknitý materiál z řepy) a vodnou kapalinu, která obsahuje sacharózu, jakož i jiné látky. Proud 116 a 118 na straně šťávy mohou být odebírány z výstupu kladivového mlýnu 112 a drtiče 114 a recyklovány do vstupu do těchto aparátů. To zvyšuje tok kapaliny skrz kladivový mlýn 112 a drtič 114 a napomáhá to unášení pevné části řepy.

Macerovaný materiál opouštějící drtič 114 prochází děličkou 120 na oddělování kapaliny od vláknité kaše. Dělička 120 může být vhodně odstředivka, filtr, nebo síto (např. rotační nebo vibrační síto nebo síto typu Dorr-Oliver DSM), nebo kombinace dvou nebo více takových aparátů. U provedení způsobu znázorněného na obr. 3 zahrnuje dělička 120 odstředivku, která vytváří proud kaše 122 a proud šťávy 124. Kaše prochází skrz řadu prvních sít 126 a druhých sít 128 s protiproudým tokem vodné kapaliny, napomáhajících odstraňovat zbytky sacharózy z kaše. Tato síta 126 a 128 mohou být rotační, vibrační nebo DSM síta. Protiproudý tok se dosahuje zavedením proudu 130 vody do odstředivky 134 na druhém konci série sít 126 a 128. Proud kaše 132 vystupující z koncového druhého síta 128 potom prochází do odstředivky 134, ve které se odděluje materiál kaše 136 s nízkým obsahem vody a získaná šťáva 138, přičemž druhá uvedená se vede v protiproudu do kaše skrz řadu druhých sít 128 a prvních sít 126. Tato odstředivka 134 odsladuje kaši. Kapalina 119 může být odtahována od jednoho ze sít, obvykle od prvního síta 126, a vedena do proudu šťávy před odstředivku 120. Popřípadě může být ke šťávě přidávána přísada proti pění proudy vláken, aby se snížilo pění.

U kaše 136 s nízkým obsahem vody se část její zbývající vody a sacharózy odstraňuje v lisu 140. Proud 142 vody z lisu 140 se recykluje do jednoho ze sít 128. Zbývající vlákno 144, které zůstává po lisování se může použít jako krmivo pro zvířata.

Do proudu 124 šťávy vystupujícího z odstředivky 120 se může popřípadě vpouštět proud 146 vzduchu. Ten bude oxidovat barvicí materiály ve šťávě, např. to povede k zvýšení zbarvení z 8000 to 16 000), což napomáhá při vytváření zpolymerovaných barevných tělísek a tím to



usnadňuje odstraňování barevných tělísek při následující ultrafiltraci. Rovněž je možné vstříkovat proud 148 roztoku peroxidu vodíku navíc nebo namísto vpouštění vzduchu. Peroxid vodíku také napomáhá oxidaci a polymeraci barvotvorných materiálů. Alternativně by se mohl namísto peroxidu vodíku vstříkovat ozón. Teplota šťávy se v tomto bodu způsobu s výhodou zvyšuje ohřívacem 149, s výhodou na 60 až 93 °C (140 až 200 °F), ještě výhodněji na 71 až 85°C (160 až 185 °F).

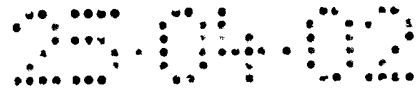
Ohřátá šťáva může být před první ultrafiltrací předfiltrována, aby se dále snížil již nízký obsah vláken. Předfiltrace se dá provést například rotováním vibračního síta 150. Filtr nebo síto 150 má s výhodou velikost ok 30 až 100 µm a odstraňuje hmotnostně vzato většinu vláken a kalu zůstávajícího ve šťávě.

Ohřátá a přecezená šťáva 152 může mít popřípadě své pH nastaveno přidáním proudy 154, který zahrnuje například vodný roztok hydroxidu sodného, hydroxidu vápenatého nebo uhličitanu hořečnatého. Toto nastavení pH napomáhá zabránit inverzi cukrů, která může nastat při zvýšené teplotě. Pro nastavení pH mohou být použity rovněž jiné chemikálie, jako kapalný hydroxid draselný nebo granulovaný uhličitan sodný nebo draselný. Hodnota pH šťávy po tomto kroku je s výhodou v rozmezí 6,0 až 8,0, výhodněji v rozmezí 6,5 až 7,5.

Šťáva po nastavení pH, která je zde nazývána šťávou 156 vstupující na ultrafiltraci se přivádí do styku s první ultrafiltrační membránou 158. Tato první ultrafiltrační membrána 158 je s výhodou trubkovitá nebo spirálová a s výhodou odřezává na molekulové hmotnosti nejméně 2000 daltonů a velikost pórů nemá větší než 0,1 µm, výhodněji odřezává na molekulové hmotnosti v rozmezí 4000 až 500 000 daltonů, nejvýhodněji v rozmezí 10 000 až 200 000.

Ultrafiltrační krok vytváří první ultrafiltrační filtrát 160 a první ultrafiltrační zbytek 162. V tomto provedení způsobu se potom první ultrafiltrační zbytek 162 potom vede na první ultrafiltrační/diafiltrační membránu 164 s přídavkem vody 166. Tato ultrafiltrační/ diafiltrační membrána 164 může mít vhodně velikost pórů/odřezávání molekulové hmotnosti, které je přibližně stejné, jako je tomu u první ultrafiltrační membrány 158. Tato první diafiltrace 164 vytváří první diafiltrační filtrát 168 a první diafiltrační zbytek 170 (rovněž nazývaný melasa 1. proudy). Diafiltrace minimalizuje množství sacharózy ztracené v melase (tj. koncentrace sacharózy na bázi sušiny (dry solids basis, zkráceně dsb) je nižší v prvním diafiltračním zbytku 170 než ve vstupu 162. Je tomu třeba rozumět tak, že může existovat několik stupňů ultrafiltrace 158 anebo diafiltrace 164.

První ultrafiltrát 160 bude mít zpravidla zbarvení 3000 až 10 000 icu. První ultrafiltrační



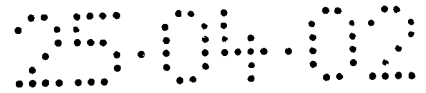
filtrát 160 a první diafiltrační filtrát 168 se kombinují tak, že se vytvoří nástřík 172 pro druhou ultrafiltrační membránu 174.

Před druhou ultrafiltrací lze do šťávy 172 vstříkovat sířící proud 176. Tento proud 176 může zahrnovat například oxid siřičitý nebo siřičitanové, hydrosiřičitanové, metahydrosiřičitanové nebo dithionitové soli, jako je vodný roztok hydrosiřičitanu amonného nebo hydrosiřičitanu sodného (např. v koncentraci 35 až 65 %). S výhodou je zbytková hladina oxidu siřičitého ve šťávě po síření nejméně 100 mg/kg (ppm). Síření se může provádět v jednom nebo více místech způsobu, například v okamžiku řezání na plátky nebo macerování řepy, ve šťávě po jejím oddělení od kaše, ve vstupech na první a druhou filtraci nebo nanofiltraci anebo v nástříku na odparku. Nejvýhodněji je síření prováděno v nástříku na druhou ultrafiltraci. Toto síření zabrání zintenzivnění zbarvení, které jinak může nastat během operací membránové filtrace a odpařování. Lze použít i jiné antioxydanty, jakož i činidla proti pění.

Druhá ultrafiltrační membrána 174 má s výhodou proveden řez na molekulové hmotnosti 500 až 5000, výhodněji 2000 až 4000. Druhá ultrafiltrace vytváří druhý ultrafiltrační filtrát 178 a druhý ultrafiltrační zbytek 180. Druhý ultrafiltrační zbytek 180 se potom mísí s druhým surovým materiálem 234, přičemž matečný louh se recykluje z druhé krystalizace bílého cukru a prochází skrz druhou ultrafiltrační/diafiltrační membránu 182 s přidanou vodou 184. Membrána použitá pro druhou diafiltraci může mít velikost pórů, tj. odřezávat na molekulové hmotnosti, která je nižší co do velikosti pórů, než jak je tomu u druhé ultrafiltrační membrány 174. Tím se odstraňuje rafinóza a dává se přednost membráně s velikostí pórů v rozmezí 500 až 1000 daltonů. Tímto krokem se vytváří druhý diafiltrační filtrát 188, který se mísí s druhým ultrafiltračním filtrátem 178 a vede se na nanofiltr 190, a druhý diafiltrační zbytek 186 (taktéž uváděný jako druhý proud melasy). U druhé ultrafiltrace 174 může existovat více než jeden stupeň membránové filtrace anebo druhá diafiltrace 182. Druhý ultrafiltrát 178 z druhé ultrafiltrace bude mít s výhodou barvu v rozsahu od 1500 do 3500, v některých případech i méně.

Druhý diafiltrační filtrát 188 anebo první diafiltrační filtrát 168 se mohou popřípadě recyklovat do proudů diafiltrační vody.

Alternativně nebo navíc k ultrafiltraci či diafiltraci může být filtrační zbytek čištěn chromatografickou separací v systému separátoru se simulovaným pohyblivým ložem. Je to znázorněno na obr. 4. Tento chromatografický separátor 236 je s výhodou vícestupňová jednotka se třemi až dvaceti stupni, výhodněji s deseti stupni. Má s výhodou tři řezy produktu, jeden z



nich je převážně sacharózový proud 237, další je převážně rafinózový a popele a třetí tvoří převážně organický materiál, včetně organických kyselin. Dva nesescharózové proudy se dají mísit, aby se získal směsný proud uváděný jako druhý melasový proud 186. Pryskyřice používaná v separátoru je s výhodou silně kyselá kationtová pryskyřice. Sacharózový proud 237 se mísí s nástřikem do odparky. Alternativně by se dal přidat do nástřiku elektrodialýzy 192 nebo do iontové výměny 194 v závislosti na stupni odstranění nečistot.

Druhý ultrafiltrační filtrát 178 se potom čistí nanofiltrací a popřípadě také iontovou výměnou anebo elektrodialýzou v jakémkoliv vzájemném pořadí. U provedení znázorněného na obr. 3 se ultrafiltrovaná šťáva 178 nejprve vede na nanofiltraci 190 po které následuje elektrodialýza 192 a změkčování 194 iontovou výměnou. I když se může pořadí těchto tří operací měnit, zpravidla je výhodné provádět elektrodialýzu po nanofiltraci.

Nástřik na nanofiltrační membránu zpravidla zahrnuje kolem 84 % sacharózy, 3 až 6 % popele a kolem 0,5 až -4,0 % inverzního cukru (vše hmotnostně na bázi sušiny). Nanofiltrační membrána 190 rozděluje nástřik na nanofiltrační filtrát 196 (také nazývaný třetí proud melasy) a nanofiltrační zbytek 191, který bude obsahovat většinu sacharózy z řepy. Nanofiltrační filtrát s výhodou obsahuje nejméně 30 až 60 % hmotn. popela (hlavně Na, K, a Cl), nejméně 30 až 50 % hmotn. invertovaného cukru (glukózy a fruktózy), a nejméně 25 až 50 % hmotn. betainu přítomného v nanofiltračním nástřiku 178. Nanofiltrací se dosáhne určitého snížení barevnosti při přechodu z nástřiku na nanofiltraci na retentát. Typický nanofiltrační filtrát bude zahrnovat 20 % sacharózy, 25 % popele, 20 % invertního cukru, 8 % betainu a 25 % jiných organických látek (vztaženo na hmotnost sušiny). Nanofiltrační zbytek 191 s výhodou obsahuje nejméně 89 až 91 % hmotn. (vztaženo na bázi sušiny) sacharózy a bude mít koncentraci 15 až 28 Brix. I když nanofiltrace může účinně odstraňovat draslík, neodstraňuje velkou část přítomné kyseliny citrónové, kyseliny šťavelové a kyseliny jablečné.

Nanofiltrační zbytek 191 se potom dále čistí elektrodialýzou 192, která odstraňuje další popel a různé organické kyseliny a jiné nečistoty, včetně některých, které způsobují nežádoucí zbarvení. Elektrodialýza zabezpečuje dobré odstraňování kyseliny šťavelové a kyseliny jablečné, přičemž celkové odstranění popela činí zpravidla přes 40 %. Proud 198 nečistot z elektrodialýzy je zkombinován s proudy 170, 186 a 196 tak, aby se vytvořil proud 200 melasového produktu.

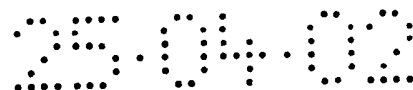
I když elektrodialýza může dosahovat dobré odstranění draslíku, zpravidla neodstraňuje vysoké procento hořčičku, který je přítomen. Proto se vyčištěná šťáva 193 z elektrodialýzy, která zpravidla obsahuje 92 až 94 % sacharózy, vztaženo na bázi sušiny, potom s výhodou změkčuje na

jednotce 194 iontové výměny, která obsahuje nejméně jednu iontoměničovou pryskyřici. Dává se přednost silné kationtoměničové pryskyřici založené na gelové nebo makroporézní matici, se zesíťováním v rozsahu od 4 do 10 %. Například se jedná o pryskyřice jako jsou Amberlite IR120 nebo Purolite C 100 od firmy Rohm & Haas. Používají se v sodné nebo draselné formě. Primární účel tohoto kroku je odstranit dvojmocné kationty, jako je Ca a Mg, a nahradit je jednomocnými kationty, jako jsou K a Na. Tento krok iontové výměny s výhodou odstraňuje nejméně 95 % hmotn. přítomného Ca a Mg.

Vyčištěná šťáva 202 z iontové výměny, která s výhodou zahrnuje více než 92 % sacharózy (na bázi sušiny), se potom vede do jedné nebo více odparek 204, ve kterých se vytvoří koncentrovaný sirup 206, např. s obsahem 75 % sušiny, odstraněním podstatné části vody. Popřípadě se dá do odparky 200 vstříkovat sířící proud 205. Sirup má během odpařování s výhodou pH 6,5 až 7,5 a teplotu 71 až 82 °C (160 až 180 °F).

Koncentrovaný sirup 206 se přivádí do prvního krystalizátoru 208, ve kterém se vyvaří voda a vytvoří se první skupina 210 vysrážených krystalů bílého cukru. Krystaly 210 se odstředí na odstředivce 212, properou se vodou, aby se odstranila zbývající kapalina a zbývající produkt je bílý cukr 214 (koncentrace sacharózy je 99,95 %). Matečný louh 216 zbývající po první krystalizaci a odstředění (zpravidla obsahující 84 až 88 % sacharózy na bázi sušiny) se přivádí do druhého krystalizátoru 218, ve kterém se vytváří druhá skupina 220 krystalů bílého cukru. Krystaly se také odstředí v odstředivce 222, aby se vytvořil bílý cukr 224. U způsobů zpracování řepy podle známého stavu techniky byly krystaly vytvořené při druhé krystalizaci rozpuštěny a recyklovány nástřiku, protože nebyly dostatečně čisté, aby se daly prodat jako bílý cukr. Předmětný vynález dokáže dosáhnout dvou skupin vysoce čistého bílého cukru díky lepším čistícím schopnostem. U zvláště výhodného provedení bude krystalizovaná sacharóza (214 a 224) zahrnovat méně než 0,015 % hmotn. popele, výhodněji méně než 0,01 % popele a zbarvení menšího než 35 icu.

Matečný louh 234 zbývající po druhé krystalizaci (také uváděný jako "greens" nebo "jets", a zpravidla obsahující kolem 80 % sacharózy na bázi sušiny) se dá recyklovat, například do druhé ultrafiltrace/diafiltrace 182. Popřípadě může být tento surový recyklovaný proud veden přes čistící jednotku aby se odstranila rafinóza. Toto čištění se dá provádět chromatografickou separací rafinózy (viz obr. 4) (rovněž to vede k ředění surového materiálu na 60 Brix), nebo alternativně enzymatickým strávením rafinózy 228 (viz obr. 3). S výhodou je-li toto čištění 228 zahrnuto do procesu, tak se koncentrace rafinózy v surovém materiálu sníží na úroveň, která není



větší než kolem 1.0 % na bázi sušiny. Enzym používaný k hydrolyze rafinózy je  $\alpha$ -galaktosidáza (melibiáza), která štěpí rafinózu na sacharózu a galaktózu. Dá se to provádět vářkově v míchané nádrži reaktoru při 50 °C.

Způsob podle předmětného vynálezu může zahrnovat více fází ultrafiltrace, nanofiltrace, diafiltrace, iontové výměny anebo elektrodialýzy. Například první ultrafiltrace znázorněná na obr. 3 by mohla probíhat ve dvou a více stupních ultrafiltrace namísto toho, aby se prováděla skrz jedinou membránu. Odborníkům v oboru bude zřejmé, že je rovněž možných mnoho jiných variací konkrétního provedení znázorněného na obrázku. Rovněž by mělo být zřejmé, že způsob se dá provádět při řadě teplot a jiných podmínkách způsobu.

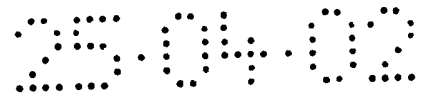
Další provedení vynálezu jsou znázorněna na obr. 5 a obr. 6. Řepa, která byla dopravena z pole se skladuje ve skladovací oblasti 110. U těchto provedení způsobu se zpravidla používá čerstvá řepa, ale dá se také použít zmrzlá řepa. Řepa ze skladovací oblasti se plaví do konvenčního aparátu na praní řepy, ve kterém se odstraní špína s povrchu řepy. Opraná řepa se může nařezat na řízky, které mají například tloušťku 0,6 cm, v řezacím aparátu 112.

Na řízky nařezaná řepa je unášena dopravním aparátem k difuzéru 114. Extrakce šťávy se provádí tak, že se nechá cukr difundovat skrz přírodní stěny buněk řepy. Stěny buněk umožňují, aby cukry a jiné nízkomolekulární látky procházely skrz, ale zabraňují průchodu vysokomolekulárních sloučenin. Tento selektivní difúzní proces má dvě výhody. Zadržení vysokomolekulárních sloučenin napomáhá vytvářet šťávu o vysoké čistotě. Rovněž to snižuje potíže s filtrací, které jsou způsobovány polysacharidy a proteiny, které zahrnují vysokomolekulární látky. Pevný materiál 122, který zůstane po difúzi, se vede do lisovacího aparátu 126, ve kterém se získá další šťáva, která může být recyklována do difuzéru 114. Pevné látky, které zůstanou po vylisování mají vysoký obsah vlákniny a dají se použít jako krmivo pro dobytek.

Zbytek procesů, které jsou znázorněny na obr. 5 a 6 jsou stejné, jako procesy popsané ve spojitosti s obr. 3 a 4.

U předmětného vynálezu se dá použít řada uspořádání membrány, včetně například spirálových, z dutých vláken a trubicových membrán. Tyto membrány se dají vyrobit z řady materiálů včetně polymerů, keramiky, uhlíku a sintrované nerezavějící oceli. Membrány, které mají záporný povrchový náboj, jsou zvláště výhodné, protože většina látek, které se mají odmítnout, je nabitá záporně.

Část zařízení používaného u předmětného způsobu je konvenční a dobře známa osobám



majícím běžné znalosti v tomto oboru, jako je zařízení na praní řepy a odparky. Aparát na macerování řepy je komerčně dostupný od dodavatelů jako jsou firmy Bepex Reitz (Santa Rosa, Kalifornie, USA), Andriz Sprout Bauer (Philadelphia, Pennsylvanie, USA) a The Fitzpatrick Company (Elmhurst, Illinois, USA). Aparát na difúzi řepy je komerčně dostupný od dodavatelů jako jsou firmy BMA (Braunschweig, Německo) a Silver Engineering (Colorado Springs, Colorado, USA). Odstředivý extrakční aparát je dostupný od firem Dorr Oliver (Milford, Connecticut, USA), Western States Machine Company (Hamilton, Ohio, USA) a Silver-Weibull (Hassleholm, Švédsko). Vhodné membránové filtrační systémy jsou dostupné od dodavatelů jako jsou Koch Membrane Systems, Inc. (Wilmington, Massachusetts, USA), Osmonics, Inc. (Minnetonka, Minnesota, USA), PCI (UK) a SCT (Francie). Vhodné iontoměničové zařízení a pryskyřice jsou k dostání od firem Prosep (Roscoe, Illinois, USA), IWT (Rockford, Illinois, USA), Purolite (Philadelphia, Pennsylvania, USA) a Dow Chemical (Midland, Michigan, USA). Vhodné elektrodialýzní zařízení je dostupné od firem Eurodia (Paris, Francie) a Ameridia (Somerset, New Jersey, USA). Vhodné chromatografické separační zařízení je dostupné od firem Prosep (Roscoe, Illinois, USA) a Applexion (Paris, Francie). Vhodné enzymy pro trávení rafinózy jsou dostupné od firem Novo (Dánsko) nebo Hokkaido Sugar Co (Japonsko).

Rovněž by bylo možné zahrnout do procesu úpravu určitým množstvím vápna anebo saturaci oxidem uhličitým, ale v současnosti se dává přednost provozování procesu bez kontaktování vstupní šťávy nebo filtrátů s vápnem nebo oxidem uhličitým, aby se prováděla saturace oxidem uhličitým. Vápno nebo oxid uhličitý se dají přidat jako zásady.

#### Příklad 1

##### Čeření vytlačené šťávy

Macerovaná kaše řepy byla smíchána s vodou a vylisována v látkových pytlích, aby se vytvořil vzorek vytlačené šťávy. Tento vzorek byl upraven hydroxidem sodným, ohřát a použit v řadě ultrafiltračních pokusů. V pokusu byly použity dvě rozdílné spirálové ultrafiltrační membrány, typ NTR 7410 od firmy Hydranautics a typ HFK 131 od firmy Koch. Pokusy dávaly uspokojivé průtoky, vyšší než u srovnávacích pokusů s konvenční difúzní řepnou šťávou.

Tabulka 2: Ultrafiltrace vytlačené šťávy – parametry pokusu a toky

Pokus č.	Předúprava	Typ membrány	Podmínky pokusu		Výsledky pokusu	
			Teplota °C (°F)	Tlak kPa (PSIG)	Výtěžek (%)	Tok l/mh
1	NaOH - teplo	Spirálová	66 (150)	483 (70)	86	30
2	NaOH - teplo	Spirálová	66 (150)	483 (70)	86	25

Došlo k podstatnému snížení RDS (refractometric dry solids, tj. refraktometricky měřeného obsahu sušiny) a k velmi podstatnému zvýšení čistoty sacharózy po průchodu membránami. Obě membrány nepropustily více než 99 % z hodnoty zbarvení. Zvýšení čistoty sacharózy a oddělení zbarvujících látek během těchto pokusů bylo mnohem vyšší, než jak tomu bylo u srovnatelných pokusů s konvenční difúzní řepnou šťávou.

Tabulka 3: Ultrafiltrace vytlačené šťávy – separační parametry

Pokus č.	Výtěžek (%)	RDS (%)			Sacharóza (% RDS)			Zbarvení		
		nástřík	zbytek	filtrát	nástřík	zbytek	filtrát	nástřík	zbytek	filtrát
1	86	8,9	10,0	7,7	85,8	78,4	91,1	67 256	158 785	925
2	86	8,9	10,0	7,8	85,8	78,4	90,6	67 256	158 785	1138

## Příklad 2

Byl proveden pokus s macerací řepy s použitím Bauerova atmosférického diskového rafinačního aparátu. Tento stroj má dva 30 cm (12") disky s nastavitelnou mezerou, jedním stacionárním diskem a dalším diskem poháněným 45 kW (60 hp) motorem. V pokusu bylo

použito asi 20 kg řepy. Řepa byla nasekána na 1,9 cm (3/4") kousky, aby byla vhodná pro šnekový podavač.

Všechny řízky prošly strojem na jeden průchod. K protlačení materiálu skrz stroj se používala voda, což vedlo k naředění šťávy. Část macerovaného produktu se stlačovala na 138 kPa (20 psi) v membránovém lisu po dobu 15 minut. Další část produktu se nechala odvodnit ve skříně s drátěným sítím.

Tabulka 4

Materiál	Koncentrace
Šťáva z membránového lisu	9,2 Brix
Vylisovaný koláč z membránového lisu	32,5 % sušiny
Filtrační koláč ze skříně se sítím	15,0 % sušiny

Kaše z prvního průchodu byla zpracována přes stroj znovu při druhém průchodu. Mezera mezi disky byla nastavena při tomto průchodu na 0,25 mm (10 mil). Macerovaná kaše byla stlačována v membránovém lisu na 138 kPa (20 psi) po dobu 15 minut.

Tabulka 5

Materiál	Koncentrace
Šťáva z membránového lisu	7,6 Brix
Vylisovaný koláč z membránového lisu	21.0 % sušiny

(Nižší obsah pevných látek v koláči při druhém průchodu skrz membránový lis byl dán jeho větší tloušťkou.)

Kaše druhého průchodu odvodněná za vakua měla obsah pevných látek 22 %. Když byla proprána v přebytku vody a odvodněná za vakua, byl obsah pevných látek jenom 15 %. Ukázalo to na to, že dvě třetiny pevných látek v kaši se rozpustily a snadno se daly vymýt. Vypraná kaše měla zbytkový obsah cukru 0,5 %.

Kaše z druhého průchodu měla špatné filtrační parametry pokud byla vystavena vakuu na filtračním papíru, ale na 0,5 mm sítu měla 25 mm tlustá vrstva kaše rychlost filtrace kolem 5000 gfd.

Tyto studie dávaly následující výsledky:

1. Diskový rafinátor zpracovával řepu na kaši za nízké spotřeby proudu (kolem 3 kWh/t).
2. Kaše měla dobré filtrační parametry za vakua (5000 gfd (850 l/h) s 25 mm koláčem.
3. Vakuový filtrační koláč (po prání) měl nízký zbytkový obsah cukru (kolem 0.5 %).
4. Filtrační koláč se může stlačit tak, aby se vytvořila vysušená kaše jako vedlejší výrobek (kolem 30 %).
5. Vytlačená šťáva měla uspokojivé ultrafiltrační parametry (25 gfd (43 l/h).
6. Ultrafiltrace dobře potlačila zbarvující částice ve vytlačené šťávě (99 %).
7. Ultrafiltrační filtrát z vytlačené šťávy měl dobré cukrovarnické parametry.

### Příklad 3

Po dobu 30 minut se 1361 kg (3000 lb) řepy macerovalo v pevných kladivových mlýnech, čímž se vytvořilo 1514 litrů (400 galonů) šťávy. Macerace se skládala ze dvou průchodů. První průchod byl přes dva drtiče a dva extraktory a druhý průchod byl přes jeden drtič a dva extraktory. Přebytečná voda přidaná do kladivových mlýnů k usnadnění vypouštění macerované řepy rozředila šťávu na 4 % RDS. Šťáva se filtrovala přes vibrační síto č. 200 mesh. Na sítu nezbýval žádný viditelný zbytek.

Šťáva byla ohřata na 77 °C (170 °F) a ultrafiltrovala se přes ultrafiltrační spirálový membránový modul Koch HFK 131 s mezerou 2,032 mm (80 mil). Šťáva byla ohřata na 77 °C (170 °F) a ultrafiltrána přes ultrafiltrační spirálový membránový modul Koch HFK 131 s rozpěrnou vložkou 2,032 mm (80 mil). Vstupní a výstupní tlaky se udržovaly na hodnotách 414 a 276 kPa (60 a 40 psig). Výsledky jsou shrnuty v tabulce 6.

Tabulka 6 Ultrafiltrace vytlačené šťávy – Parametry a toky u zkoušky a parametry separace

Doba (min.)	výtěžek (%)	Tepl, °C (°F)	tok (l/h)	RDS (%)			Sacharóza (%)			Zbarvení		
				Zbyt.	Filt.	Vyř.	Zbyt.	Filt.	Vyř.	Zbyt.	Filt.	Vyř. (%)
0	0	80(176)	135	4,6	4,3	6,5	78,7	80,6	4,3	76 946	6781	91,8
35	33	72(161)	90	5,3	4,4	17,0	70,8	81,2	4,8	130 128	6313	96,0
50	50	74(166)	90	6,4	4,6	28,1	61,1	81,5	4,2	208 396	5442	98,1

55	67	75(167)	83	7,8	4,8	38,5	50,2	80,3	1,6	308 950	5103	99,0
70	83	72(161)	45	12,1	5,4	55,4	35,6	78,0	2,3	588 757	10 335	99,2

Zbyt. znamená filtrační zbytek, Filt. znamená filtrát a Vyř. znamená vyřazeno.

Poznámka: Tento test se prováděl k vyhodnocení schopnosti zpracovávat horší řepu. Řepný materiál na vstupu, který se použil pro tento test, měl podstatně nižší čistotu než normální řepa, což vedlo k nižší čistotě filtrátu a k jeho vyššímu zbarvení.

#### Příklad 4

Byla provedena skupina pokusů s vyluhováním s použitím odstředivky jako vyluhovacího aparátu. Macerovaná kaše byla připravena zpracováním řepy kladivovým mlýnem dezintegračního typu od firmy Rietz. Odstředivka byla od firmy American Machinery a měla kovový koš o průměru 46 cm (18") a hloubce 25 cm (10") a byla poháněna elektrickým motorem 2 kW (3 hp) s 1700 ot/min. Uvnitř koše byl použit jako vložka rukáv z filtrační tkaniny, ve kterém byl filtrační koláč.

22,7 litrů (5 galonů) macerované kaše se odstřeďovalo po dobu dvou minut a sbírala se extrahovaná šťáva. Koláč byl opětovně zamíchán se stejným objemem vody a opět byl odstřeďován. Tento postup se opakoval šestkrát. Na konci každého odstřeďování se odebraly vzorky extrahované šťávy a koláče. Výsledky jednoho pokusu jsou shrnuty v tabulce 7.

Výsledky ukazují, že obsah sacharózy ve šťávě a kaši se při každém kroku snížil o polovinu. To se dá očekávat, protože koláč byl v každém kroku rozmíchán se stejným objemem vody. Obsah cukru v kaši po šesti krocích byl 0,03 %. To odpovídá extrakci 99,8 % cukru v řepě.

Tabulka 7 Výsledky pokusu s vyluhováním

Měření č.	Šťáva			Kaše			
	RDS %	Čistota sacharózy (%RDS)	Cukr %	Voda %	RDS %	Čistota sacharózy (% RDS)	Cukr %
1	21,6	89,7	19,38	70,9	2,7	87,1	1,67
2	9,0	89,9	8,09	78,3	1,4	80,3	0,88
3	4,4	90,1	3,96	80,9	0,7	75,9	0,43
4	2,1	86,6	1,82	81,7	0,4	54,2	0,18
5	1,1	79,3	0,87	82,8	0,4	24,9	0,08
6	0,5	74,3	0,37	82,6	0,2	21,1	0,03

## Příklad 5

Byla provedena krátká zkouška s vytlačenou šťávou ultrafiltračního filtrátu/diafiltračního filtrátu, aby se vyhodnotily možnosti předběžného zakoncentrování s použitím reverzní osmózy. U zkoušky se použila spirálová membrána na reverzní osmózu typu ESPA od firmy Hydranautics a osmóza se prováděla za tlaku 5516 kPa (800 psi) a teploty 38 °C (100 °F). Tok a separační parametry zaznamenané u této zkoušky jsou uvedeny v tabulce 8.

Table 8 Reverzní osmóza toku extrahované šťávy a parametry vyřazování

Získáno (%)	Tok (lmh)	RDS (%)			Sacharóza (% RDS)		
		Zbyt.	Filt.	Zam.	Zbyt.	Filt.	Zam.
Nástřik		13,5			12,5		
10	65	14,4	0,4	97,2	13,4	0,3	97,5
60	31	25,2	1,4	94,4	23,2	1,3	94,5

### Příklad 6a

Nařezaná řepa (řízky) se zaváděla k dezintegraci do kladivového mlýnu firmy Rietz v množství 420 kg/h a odtud do drtiče firmy Andritz Sprout-Bauer aby se získala dobře macerovaná kaše. Tato vlákna a šťáva se vedly do první odstředivky Mercone vyrobené firmou Dorr-Oliver, která byla vybavena kuželovitým sítím 150  $\mu\text{m}$ . Systém byl udržován na teplotě 65 až 70 °C a šťáva z první odstředivky měla 13 až 14 RDS.

Proud macerovaných vláken řepy z první odstředivky se vedl do systému sít 50  $\mu\text{m}$  pracujících v protiproudém uspořádání a nakonec do druhé odstředivky Mercone vybavené sítím 250  $\mu\text{m}$ . Tato druhá odstředivka odsladila vlákna a zabezpečila, že zbývající vlákna řepy obsahovala 5,7 % cukru a 88 % vody. Šťáva byla recyklována z druhé odstředivky a vedena protiproudě systémem sít na první odstředivku v množství 11-19 l/min (3 až 5 galonů/min). Ke šťávě se přidalo asi 250 mg/kg (ppm) řepy oleje působícího proti pění (KABO 580), zatímco do druhé odstředivky se přidávala horká voda v množství 4 l/min (1 galon/min). Teplota šťávy byla upravena na 70 °C, nastavení pH se provedlo přidáním roztoku hydroxidu sodného k maceraci, a pH konečné šťávy bylo upraveno podle potřeby. Konečná šťáva z macerované řepy měla 13,2 RDS (refractometric dry solids, tj. sušiny stanoveny refraktometricky) a pH bylo 6,4 (měřeno při okolní teplotě). Zdánlivá čistota (Pol/Brix) byla 82,6; konduktometrický popel byl 3,9 % a zbarvení bylo 29 900 icu. Obsahovala 0,6 % vláken.

### Příklad 6b

Šťáva z příkladu 6a, s teplotou 70 °C se vedla do první ultrafiltrace. Byl to membránový PCI modul o velikosti 3,7 m (12') s trubicovými prvky oddělovacími na molekulové hmotnosti 200 000 daltonů a plochu povrchu 2,7 m<sup>2</sup>. Vstupní tlak byl v průměru 689 kPa (100 psi), výstupní tlak 434 kPa (63 psi), a rychlost průtoku byla 537 l/min. Průtok filtrátu byl 2,6 l/min (což odpovídalo 60 l/m<sup>2</sup> h). Filtrát měl 11,0 RDS, pH bylo 6,5, zdánlivá čistota byla 83,8, zbarvení bylo 4705 icu, a konduktometrický popel byl 4,9 %. Filtrační zbytek měl 11,1 RDS, zdánlivá čistota byla 74,4, popela bylo 5,1 % a zbarvení bylo 60 800 icu. Podobná membrána v sérii diafiltovala filtrační zbytek s 1,0 l/min vody a dodala dalších 1,9 l/min filtrátu s 8 RDS.

## Příklad 6c

Filtrát z prvního ultrafiltračního systému byl dodáván při 70 °C do druhého ultrafiltračního systému, který zahrnoval dvě 10 cm (4") spirálové membrány Osmonics GN, odřezávající na molekulové hmotnosti 3500 daltonů, s plochou povrchu 12 m<sup>2</sup>. Průměrný vstupní tlak byl 448 kPa (65 psi), výstupní tlak byl 345 kPa (50 psi). Celkový průtok filtrátu byl průměrně 1,4 l/min, což dávalo 7 l/m<sup>2</sup>.h. Filtrát byl 8,6 RDS; pH bylo 7,0; zdánlivá čistota byla 83,6; zbarvení bylo 1666 icu a konduktometrický popel byl 4,9 % (5,4 % sulfatovaného popele). Filtrační zbytek byl 14,2 RDS, zdánlivá čistota byla 83,3, konduktometrický popel byl 5 % a zbarvení bylo 13 800 icu.

## Příklad 6d

Filtrát z druhé ultrafiltrační membrány procházel přes kationtoměničovou pryskyřici (Purolite C155S) v sodné formě. Průtok byl 2,4 l/min a toto množství procházelo přes 90 litrů pryskyřice při 1,6 objemech lože/h a při 70 °C. Produkt byl 7,1 RDS, při pH 6,4, zdánlivá čistota byla 83,5; zbarvení bylo 1505 icu, a konduktometrický popel byl 5,6 % (5,2 % sulfatovaného popele). Iontové složení proudů vstupů na pryskyřici a výstupů bylo dle tabulky 9.

Tabulka 9

	Ca	Mg	K	Na	Cl	P0 <sub>4</sub>	S0 <sub>4</sub>	Oxalát
Nástřik	0,003 %	0,085 %	0,97 %	0,91 %	0,49 %	0,28 %	0,091 %	0,44 %
Produkt	0,001 %	0,038 %	0,87 %	1,000 %	0,52 %	0,30 %	0,089 %	0,37 %

## Příklad 6e

Proud pryskyřičného produktu byl upraven nanofiltrací na třístupňové membráně Desal 5DL. Celkový povrch membrány byl 18 m<sup>2</sup> a vstupní tlak byl 3013 kPa (450 psi) a teplota 65 °C. Byl nastřikován proud 2,6 l/min a tok filtrátu byl 1,0 l/min. Diafiltrační voda byla přiváděna mezi stupni v množství 0,3 l/min.

Proud filtračního zbytku (produktu) byl 25,4 RDS, zdánlivá čistota byla 88,3, zbarvení bylo 1154 icu a popel byl 2,9 %. Filtrát byl 1,8 RDS, zdánlivá čistota byla 12,0, zbarvení bylo 3083 a popel byl kolem 20 %.

U HPLC bylo složení proudů (% vztaženo sušinu):

Tabulka 10

	Sacharóza	Glukóza	Fruktóza	Rafinóza	Betain
Nástřík	82,9	0,22	0,75	0,52	1,83
Filtrát	18,7	0,63	3,62	0,09	7,11
Filtrační zbytek	89,3	0,11	0,31	0,63	1,18

#### Příklad 6f

Proud produktu z nanofiltrace byl odpařen, aby se dostal sirup s 70,5 Brix. Přibližně 1 ml/min roztoku hydrosiřičitanu amonného (ABS) byl přidáván k nástříku šťávy do odparky. ABS byl 65% roztok se zředěním 1:1. Odparka byla APV jednotka s deskou a rámem a byla provozována při absolutním tlaku 55 kPa (8 psia) a teplota sirupu byla 85 °C. Nastříkovan byl proud 1 l/min při 25.4 brix.

Kapalina produkovaná odparkou se nechala krystalizovat za vakua, čímž se získal bílý cukr se zbarvením 10,2 icu a s konduktometrickým popelem 0,009 %. Krystalizace byla prováděna vářkovým způsobem v krystalizátoru obsahujícím 50 litrů cukroviny. Krystalizátor byla poloprovozní jednotka vyrobená firmou Pignat z Genas, Francie. Krystalizační tlak byl 67,7 kPa absolutních (20" Hg), teplota byla 70 až 75 °C a krystalizace trvala 2 hodiny. Cukrovina vytvořená krystalizací se odstředila na odstředivce s 0,6 m (2') velkým, perforovaným košem. Matečný sirup (separovaný při odstředování) měl zdánlivou čistotu 81,8 % a zbarvení 2988 icu.

#### Příklad 7 (alternativní iontoměničová úprava)

Druhý ultrafiltrační stupeň UF2, podobný tomu, který byl popsán v příkladu 6c výše, ale zahrnující dva 10 cm (4") spirálové membránové moduly Osmonics GN (MWCO 3500 daltonů) a dva 10 cm (4") spirálové membránové moduly Osmonics GM (MWCO 3000 daltonů), byl

použit k zpracování šťávy z prvního stupně ultrafiltrace. Tato šťáva byla původně vyrobena z macerované řepy tak, jak je to popsáno výše. Moduly pracovaly při vstupních tlacích průměrně 1103 a 1724 kPa (160 a 250 psi) a dodávaly celkem 2,5 l/min filtrátu (pH 6,5, RDS 9 a zbarvení 1890 icu). Filtrát byl upraven kationtoměničovou pryskyřicí (Purolite PCR) v draselné formě při 70 °C a 0,9 objemech lože/h. Produkt měl pH 7,0, RDS 8,9, čistotu 85,1 a zbarvení 1959. Vstupní a výstupní směsi byly následující (v % vztaženo na sušinu):

Tabulka 11

	Ca	Mg	K	Na	Popel
Vstup pryskyřice	0,006%	0,158%	1,14%	0,67%	5,4%
Produkt pryskyřice	0,006%	0,003%	3,39%	0,06%	7,8%

## Příklad 8 (elektrodialýza)

Produkt z iontoměničové pryskyřice v draselné formě v příkladu 7 byl upraven nanofiltrací (provozovanou jako v příkladu 6e výše). Produkt (filtrační zbytek) měl RDS 23, čistotu 89,5 % (pomocí HPLC), 4,5 % jako sulfatovaný popel a zbarvení 1800 icu. Byl upraven elektrodialýzou v řadě 40 kationtových a aniontových membránových dvojic, přičemž každá dvojice měla povrch membrány 0,1 m<sup>2</sup>. Používané membrány byly vyrobeny firmou Tokuyama Corp. z Japonska, aniontová membrána byla typu AE506sb, a kationtová membrána byla typu CMXsb. Tato řada pracovala při 45 až 55 °C, napětí 18 až 30 V a intenzitě proudu 2 až 3 A. Anolytové a katolytové systémy obsahovaly zředěnou amidosulfonovou kyselinu (vodivost 20 mS/cm), která cirkulovala řadou při 3 g/m (11 l/min). Upravovaný proud cirkuloval při 8 až 10 g/m (30 až 38 l/min) a protékal celým systémem při 1 l/min. Koncentrující se proud byl 0,5 % roztok chloridu sodného. Elektrodialýzovaný proud produktu byl při 94,4 % čistoty (u HPLC) a měl 2,2 % sulfatovaného popela (vypočteno z kationtového složení tak, jak je to znázorněno níže, kde je iontové složení proudů nástřiku a produktu vyjádřeno jako % iontů na sušinu.

Tabulka 12

	Ca	Mg	K	Na	Popel
Nástřík	0,002 %	0,009 %	1,86 %	0,104 %	4,5 %
Produkt	0,001 %	0,003 %	0,88 %	0,079 %	2,2 %

Produkt z experimentu byl odpařen a krystalizoval na bílý cukr jako v příkladu 6f. Při odpařování (v přítomnosti hydrosiřičitanu amonného tak, aby to postačovalo k vytvoření 280 ppm zbytkového SO) měl produkt RDS 70a zbarvení 1700 icu. Krystalizace za vakua dávala bílý cukr se zbarvením 17 icu a konduktometrickým popelem 0,007 %. Matečný sirup (oddělený odstředěním) měl zdánlivou čistotu 84 % a zbarvení 4560 icu.

## Příklad 9

Šťáva ze systému macerace řepy popsaného v příkladu 6a byla filtrována ve spirálové ultrafiltrační membráně. Nejprve se provedla předběžná filtrace skrz rukávový filtr 200  $\mu\text{m}$ , aby se odstranila vlákna, která prošla skrz síto odstředivky. Použitá membrána byla spirálová membrána 10 cm (4 inch) Osmonics JY s plochou membrány 4,8  $\text{m}^2$  a oddělující výřez na molekulové hmotnosti 100 000 daltonů. Teplota šťávy byla 60  $^{\circ}\text{C}$  (140  $^{\circ}\text{F}$ ) a vstupní a výstupní tlaky byly 345 a 207 kPa (50 psi a 30 psi). Nástřík byl 3,6 l/min a tok filtrátu a filtračního zbytku byl v obou případech 1,8 l/min při RDS 13 a 14,2, což dávalo průtok 22,5  $\text{l/m}^2\cdot\text{h}$  při koncentračním faktoru  $\times 2$ . Zbarvení nástříku bylo 1232 icu a zbarvení filtrátu bylo 6475 icu. Tato šťáva se dá dále zpracovávat na bílý cukr pomocí kroků 6c, 6d, 6e, a 6f.

## Příklad 10

Šťáva obsahující směs matečného louhu z krystalizací bílého cukru a filtrační zbytek z druhé ultrafiltrace se odpařila na 60 RDS a procházela v množství 0,9 l/h přes simulovaný separační systém s pohyblivým ložem, který obsahoval 5,8 litrů pryskyřice rozdělených mezi 10 buněk. Voda se přidávala v množství 4 litry za hodinu a systém pracoval při teplotě 70  $^{\circ}\text{C}$ . Ze systému se daly sbírat tři frakce, které obsahovaly většinu organických látek, většinu sacharózy a většinu rafinózy a jiných organických materiálů. Typické vlastnosti každé z těchto frakcí jsou uvedeny

niže v tabulce 13. ("Organické frakce" představují množství materiálu vypočtené z rozdílu analytických výsledků).

Tabulka 13

	Průtok l/hod.	RDS	Sacharóza	Invert	Popel	Rafinóza	Organická fáze	Zbarvení
Nástřík	0,9	60	66,6	4,0	5,9	8,2	15,3	33 000
Organická frakce	0,7	1,1	13,2	9,8	16	0,0	61	29 700
Sacharózová frakce	1,84	29,3	96,0	0,7	0,2	3,1	0,0	6090
Rafinózová frakce	2,5	8,4	13,7	9,8	16,6	20,4	39,5	90 300

Získaná sacharózová frakce může mít čistotu 96 % a znamenat získávání 92,5 % vstupující sacharózy

#### Příklad 11

450 g matečného sirupu z první krystalizace bílého cukru (se 75 RDS, a obsahující 2,3 % rafinózy jako sušiny) bylo zředěno na 30 RDS vodou. Hodnota pH byla nastavena na 5,0 přidáním zředěné kyseliny sírové a teplota roztoku byla uvedena na 50 °C. Přidalo se  $2,5 \times 10^7$  jednotek pelet  $\alpha$ -galaktosidázového enzymu (12,2 g) a roztok se míchal při 50 °C po dobu 2 h. Výsledná šťáva obsahovala 0,7 % rafinózy na pevné látky.

## Příklad 12

Matečný sirup z krystalizace první várky bílého cukru (zbarvení 3147 icu při 83,1 % zdánlivé čistoty) byl krystalizován za vakua tak, aby se obdržela druhá várka bílého cukru se zbarvením 20 icu a konduktometrickým popelem 0,01 %. Krystalizace se prováděla ve várkách v krystalizátoru obsahujícím 50 litrů cukroviny. Krystalizátor byla poloprovozní jednotka vyrobená firmou Pignat z Genas ve Francii. Krystalizační tlak a teplota byly 67,7 kPa abs. (20" Hg abs.) a 70 až 75 °C a krystalizace trvala kolem 2 h. Cukrovina vytvořená krystalizací byla odstředěna na odstředivce s košem 0,6 m (2') s použitím perforovaného koše. Matečný sirup (oddělený odstředováním) měl zdánlivou čistotu 81,1 % a zbarvení 4155 icu.

## Příklad 13a

Řepná šťáva z továrního difuzéru (zbarvení 4200 icu) se vedla do první odstředivky (se sítem 150 µm) aby se odstranila zbytková vlákna, a ohřála se na 70 °C. Provádělo se intenzivní vzdušnění, cezení přes síto (50 µm) a hydroxidem sodným se upravilo pH na hodnotu 8,0. Výsledná šťáva měla 17,5 RDS, zdánlivá čistota byla 85,1, zbarvení bylo 16 400 a konduktometrický popel byl 5,3. Obsahovala 0,09 % vláken.

Šťáva se při 73 °C vedla do první ultrafiltrace v zařízení Osmonics PW s membránovým modulem s průměrem 10 cm (4") se spirálovými prvky majícími molekulovou hmotnost odřezávanou na 10 000 až 15 000 daltonů a plochou povrchu 4,3 m<sup>2</sup>. Průměrný vstupní tlak byl 455 kPa (66 psi), výstupní 310 kPa (45 psi) a příčný průtok byl 193 l/min. Průtok filtrátu byl 1,9 l/min (což odpovídalo 26 l/m<sup>2</sup>.h). Filtrát byl 15,5 RDS, zdánlivá čistota byla 85,6, zbarvení bylo 6697 icu a popel byl 5,3 %. Filtrační zbytek byl 12,5 RDS a zdánlivá čistota byla 83,4. Diafiltrace filtračního zbytku s použitím trubicové membrány PCI s parametry řezu na molekulové hmotnosti 20 000 daltonů vytvořilo dalších 1,6 l/min filtrátu na 7 RDS. Filtráty byly smíchány.

## Příklad 13b

Kombinované filtráty z prvního ultrafiltračního systému se vedly na 65 °C do druhého ultrafiltračního systému s použitím dvou 10 cm (4") membránových spirálových modulů typu

Osmonics GK a dvou typů Osmonics GE. Tyto membrány mají odřezávání molekulové hmotnosti na 2000 daltonech a 1000 daltonech. Systém se provozoval na vstupních tlacích v průměru 1724 kPa (250 psi) a dodával celkem 2,2 l/min filtrátu (13,5 RDS, zdánlivá čistota byla 85,0, konduktometrický popel byl 6,5 % a zbarvení bylo 3297 icu). Filtrační zbytek byl 21,4 RDS a zdánlivá čistota byla 83,8. Celková plocha membrány byla 24 m<sup>2</sup> a průměrná rychlost průtoku byla 5,5 l/m<sup>2</sup>.hod.

#### Příklad 13c

Filtrát z druhého ultrafiltračního membránového systému byl zpracován nanofiltrací s 2 stupni membrán s průměrem 10 cm (2") typu Desal DS5. Celkový povrch membrány byl 12 m<sup>2</sup>, vstupní tlak byl 3103 kPa (450 psi) a teplota byla 66 °C (150 °F). Průtok nástřiku byl 0,75 g (2,5 l/min) a průtok filtračního zbytku byl 0,3 g (1 l/min).

Matečný sirup (oddělený odstředěním) měl zdánlivou čistotu 80,3 % a zbarvení bylo 5380 icu.

Voda z diafiltrace byla přiváděna do druhého stupně v množství 10,4 l/h (2,75 gallonů/h). Proud filtračního zbytku (produktu) měl RDS 24,9, zdánlivou čistotu 90,6 (90,8 % HPLC), zbarvení 2802 icu a konduktometrický popel 4,2 %. Filtrát měl RDS 5,2 a zdánlivou čistotu 38,3.

#### Příklad 13d

Filtrační zbytek z nanofiltrace z příkladu 13c byl upraven elektrodialýzou v řadě obsahující 40 kationtových a aniontových membránových párů, přičemž každý pár měl plochu membránového povrchu 0,1 m<sup>2</sup>. Řada se provozovala na teplotě 45 až 55 °C s napětím 18 až 30 V a intenzitou proudu 2 až 3 A. Anolytové a katolytové systémy obsahovaly zředěnou kyselinu amidosulfonovou (s vodivostí 20 mS/cm), která cirkulovala skrz řadu membrán s průtokem 11 l/min (3 gallonů/min). Proud, který se upravoval, cirkuloval v průtočném množství 30 l/min (8 gallonů/min) a zařízení bylo provozováno ve várkovém režimu. Řada membrán byla provozována při teplotě 40 až 50 °C při napětí 12 až 23 V a intenzitě proudu 3 A. Složení iontových směsí na vstupu a u produktu bylo následující:

- 36 -  
25g

250400

Tabulka 14

									%
	Ca	Mg	K	Na	Cl	PO <sub>4</sub>	SO <sub>4</sub>	oxaláty	popelu
Vstup	0,001	0,12	0,65	0,61	0,049	0,146	0,523	0,628	3,9
Produkt	0,003	0,02	0,19	0,19	0,021	0,046	0,061	0,073	1,2

Produkt měl čistotu 92,5 % (podle HPLC)

Příklad 13e

Produkt z elektrodialýzy (po přidání 900 ppm SO<sub>2</sub> jako roztok hydrosiřičitanu amonného) byl odpařen tak, aby dal sirup mající 69 Brix (zbarvení 3060 icu). Odparka byla jednočinná APV desková a rámová jednotka a byla provozována při tlaku 55 kPa abs. (8 psia) a teplota sirupu byla 85 °C. Nástřík do odparky byl 1 litr/min při 24 Bx.

Odpařený sirup krystalizoval za vakua a byl získán bílý cukr se zbarvením 17,3 icu a konduktometrickým popelem 0,007 %. Krystalizace byla prováděna ve vářkovém režimu v krystalizátoru obsahujícím 50 l cukroviny. Krystalizátor byla poloprovozní jednotka vyrobená firmou Pignat z Genas, Francie. Krystalizační tlak byl 68 kPa abs. (20" Hg) a teplota byla 70 až 75 °C a krystalizace trvala 2 hodiny. Cukrovina vytvořená krystalizací byla odstředěna na odstředivce s perforovaným košem o průměru 0,6m (2').

Příklad 13f

Matečný sirup vyrobený způsobem podle příkladu 13e byl dále krystalizován v krystalizátoru Pignat při 68 kPa (20" Hg) absol. a 70 až 75 °C po dobu 3 hodin. Cukrovina byla odstředěna na odstředivce s košem 0,6 m (2') a získal se druhý cukr se zbarvením 40 icu a popelem 0,019.

#### Příklad 14a

Množství 208 litrů (55 galonů) čerstvé řepné šťávy z difuzéru při 16,5 Brix a zbarvení 3850 icu se upravilo na hodnotu pH 8 pomocí roztoku hydroxidu sodného. Přidalo se 2,2 litrů 3 % (v/v) peroxidu vodíku (0,03 % na šťávu nebo 0,19 % na pevné látky). Šťáva se ohřála na 80 °C na dobu 60 min, během které se zbarvení zvýšilo na 14 000 icu. Ultrafiltrace přes tubicovou membránu PCI odřezávající na molekulové hmotnosti 4000 daltonů, která pracuje při tlaku 2068 kPa (300 psi), dala filtrát se zbarvením 2100 icu a filtrační zbytek se zbarvením 50 000 icu.

Filtrát byl odpařen a vykrytalizován za vakua v zařízení a za podmínek podobných těm, které jsou v příkladu 13e. Během tohoto odpařování se vytvořilo zbarvení a získala se krystalizační cukrovina se zbarvením 4450 icu. Odstředování a praní dalo krystaly se zbarvením

46 icu. V dalším experimentu se ke krystalizaci přidalo 200 mg/kg (ppm) SO<sub>2</sub>, čímž se získaly krystaly se zbarvením 34 icu z cukroviny se zbarvením 3950 icu.

#### Příklad 14b

Práce dle příkladu 14a se zopakovala, ale na oxidaci se nastříkovala šťáva z řepného difuzéru, která se ohřívala a provzdušňovala tak, jak je to popsáno v příkladu 13a. Zbarvení nástřiku bylo 12 123 icu. Úprava peroxidem ho zvýšila na 14 473 icu a ultrafiltrace dala filtrát na 2707 icu.

#### Příklad 15

Šťáva zahrnující směs matečného louhu z krystalizace bílého cukru a filtrační zbytek z druhé ultrafiltrace se může odpařovat na 60 RDS a procházet rychlostí 1,0 l/h přes separační systém se simulovaným pohyblivým ložem, obsahující 5,8 l pryskyřice distribuované přes deset buněk. Voda se může nastříkovat rychlostí 4 l/h a systém se může provozovat na teplotě 70 °C. Ze systému se sbíraly tři frakce, které obsahovaly v uvedeném pořadí většinu organických látek, většinu sacharózy a většinu rafinózy a další organické materiály. Typické vlastnosti každé z těchto frakcí jsou uvedeny v tabulce 15 níže. ("Organické látky" představuje množství materiálu vypočtené z rozdílu oproti analytickým výsledkům.

Tabulka 15

	Průtok l/h	RDS	sacharóza	Inverzní	Popel	Rafinóza	Organické látky	Zbarvení icu
Nástřik	1,0	60	67,5	5,0	6,2	7,4	17,3	37 000
Organická frakce	0,7	1,0	12	11,1	18,2	0,0	58	31 200
Sacharózová frakce	1,9	27,9	96,5	1,0	0,4	2,5	0,0	6900
Rafinózová frakce	2,6	9,1	15,1	8,7	19,2	22,3	42,5	85 700

Získaná sacharózová frakce má zpravidla čistotu 96,5 a představuje získávání 90,5 % vstupující sacharózy.

#### Příklad 16

Množství 500 g matečného louhu z první krystalizace bílého cukru (se 75 RDS a obsahující 2,6 % rafinózy, vztaženo na sušinu) se zředilo na 30 RDS vodou. Hodnota pH se upravila na 5,0 přidáním zředěné kyseliny sírové a teplota roztoku se upravila na 50 °C. Přidalo se  $2,5 \times 10^7$  jednotek peletizovaného  $\alpha$ -galaktosidázového enzymu (12,2 g) a roztok se míchal při 50 °C po dobu 2 h. Výsledná šťáva byla analyzována a zjistilo se, že obsahuje 0,9 % rafinózy vztaženo na pevné látky.

#### Příklad 17

Matečný sirup z krystalizace první várky bílého cukru (zbarvení 4094 icu při 80,8 % zdánlivé čistoty) byl krystalizován za vakua, aby se získala druhá várka bílého cukru se zbarvením 28 icu a konduktometrickým popelem 0,024 %. Krystalizace se prováděla várkovým režimem v krystalizátoru, který obsahoval 50 l cukroviny. Krystalizátor byla pilotní jednotka, vyrobená firmou Pignat z Genas ve Francii. Krystalizační tlak byl 68 kPa (20" Hg) absol., teplota byla 70 až 75 °C, a krystalizace trvala kolem 2 hodin. Cukrovina vytvořená při krystalizaci se odstředila na odstředivce s košem o průměru 0,6 m (2'), přičemž se použil perforovaný koš. Matečný sirup (oddělený odstředivkou) měl zdánlivou čistotu 77,4 % a zbarvení 5807 icu.

Výše uvedený popis specifických provedení předmětného vynálezu není myšlen jako úplný seznam každého možného provedení vynálezu. Odborníci v tomto oboru si budou vědomi toho, že se dají provést úpravy zde popsaných konkrétních provedení, které přesto budou v rámci předmětného vynálezu.

## Patentové nároky

1. Způsob výroby cukru z řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky
  - a) buď 1) macerování řepy nebo jejích kousků nebo 2) rozřezávání řepy na řízky,
  - b) oddělování šťávy z macerované řepy nebo řízků a
  - c) membránovou filtraci oddělené šťávy za výroby filtračního zbytku a filtrátu.
2. Způsob výroby cukru z řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky
  - a) macerování řepy nebo jejích kousků,
  - b) mechanické oddělování šťávy z macerované řepy a
  - c) membránovou filtraci oddělené šťávy za výroby filtračního zbytku a filtrátu.
3. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se řepa řeže na kousky a poté maceruje.
4. Způsob podle nároku 3, vyznačující se tím, že se macerace provádí v diskovém mlýnu.
5. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se mechanická separace šťávy provádí na pohybujícím se porézním vakuovém filtračním pásu s protiproudým tokem macerované řepy a vody.
6. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se mechanická separace provádí s použitím odstředování.
7. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se mechanická separace provádí s použitím vakuové filtrace.
8. Způsob podle nároku 7, vyznačující se tím, že se pH vakuově separované šťávy upravuje na nejméně 7 přidáváním hydroxidu sodného.

9. Způsob podle nároku 7, vyznačující se tím, že se separovaná šťáva kontaktuje s činidlem zvoleným ze skupiny skládající se z oxidu siřičitého, síranových solí, siřičitanových solí, hydrosiřičitanových solí a jejich směsí v množství postačujícím k upravení pH extrahované šťávy na nejméně 7.
10. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se membránová filtrace provádí s ultrafiltrační membránou.
11. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se membránová filtrace provádí s nanofiltrační membránou.
12. Způsob podle nároku 10, vyznačující se tím, že je membránová filtrace ultrafiltrací s příčným tokem a provádí se nejméně při 80 °C a pH filtrátu je nejméně 7.
13. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se filtrační zbytek z membránové filtrace podrobí diafiltraci a získá se zbytkový cukr ve filtračním zbytku.
14. Způsob podle nároku 13, vyznačující se tím, že se filtrát z diafiltrace zkombinuje s filtrátem z membránové filtrace k dalšímu zpracování.
15. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se filtrát z membránové filtrace koncentruje reverzní osmózou a vytvoří se koncentrovaný roztok.
16. Způsob podle nároku 15, vyznačující se tím, že se odpaří koncentrovaný roztok a krystalizuje se z něj sacharóza.
17. Způsob podle nároku 2, vyznačující se tím, že se šťáva nebo filtrát neuvádějí do styku s vápnem nebo oxidem uhličitým.

18. Způsob výroby cukru z řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky:

- a) řezání cukrové řepy na kousky,
- b) macerování kousků řepy,
- c) mechanické extrahování šťávy z macerované řepy,
- d) membránovou filtrací extrahované šťávy a vytvoření filtračního zbytku a filtrátu,
- e) podrobení filtračního zbytku diafiltraci, a tím vytvoření diafiltračního filtrátu obohaceného cukrem ve srovnání s filtračním zbytkem,
- f) zkombinování diafiltračního filtrátu a filtrátu z membránové filtrace, a tím kombinované šťávy,
- g) koncentrování kombinované šťávy reverzní osmózou, a tím vytvoření koncentrovaného roztoku a
- h) odpaření koncentrovaného roztoku a krystalizování sacharózy z něj.

19. Způsob výroby cukru z řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky:

- a) macerování cukrové řepy nebo jejích kousků, a tím vytvoření macerovaného materiálu, který zahrnuje kaši a kapalinu,
- b) separování kapaliny v macerovaném materiálu z kaše a vytvoření sacharózu obsahující vstupní šťávy,
- c) filtrování sacharózu obsahující vstupní šťávy přes první ultrafiltrační membránu, která má odřezávání na první molekulové hmotnosti, a vytvoření ultrafiltračního filtrátu a prvního ultrafiltračního zbytku,
- d) filtrování prvního ultrafiltračního filtrátu přes druhou ultrafiltrační membránu mající odřezávání na druhé molekulové hmotnosti, která je nižší než je odřezávání na první molekulové hmotnosti a vytvoření druhého ultrafiltračního filtrátu a druhého ultrafiltračního zbytku a
- e) filtrování druhého ultrafiltračního filtrátu skrz nanofiltrační membránu a vytvoření nanofiltračního filtrátu a nanofiltračního zbytku kde nanofiltrační zbytek má vyšší koncentraci sacharózy na bázi sušiny než vstupní šťáva v kroku c).

20. Způsob výroby cukru z řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky:
- řezání cukrové řepy na řízky a získání vstupní šťávy obsahující sacharózu difúzí z nich,
  - filtrování vstupní šťávy obsahující sacharózu přes první ultrafiltrační membránu, která provádí odřezávání na první molekulové hmotnosti a vyrábění prvního ultrafiltračního filtrátu a prvního ultrafiltračního zbytku,
  - filtrování prvního ultrafiltračního filtrátu druhou ultrafiltrační membránou, která provádí odřezávání na druhé molekulové hmotnosti, která je nižší než je odřezávání prováděné na první molekulové hmotnosti a vytváření druhého ultrafiltračního filtrátu a druhého ultrafiltračního zbytku a
  - filtrování druhého ultrafiltračního filtrátu přes nanofiltrační membránu a vyrábění nanofiltračního filtrátu a nanofiltračního zbytku, přičemž nanofiltrační zbytek má vyšší koncentraci sacharózy na bázi sušiny než vstupní šťáva v kroku c).
21. Způsob podle nároku 19 nebo 20, vyznačující se tím, že dále zahrnuje krok čištění buď druhého ultrafiltračního filtrátu nebo nanofiltračního zbytku nejméně jedním ze způsobů vybraných ze skupiny skládající se z iontové výměny a elektrodialýzy.
22. Způsob podle nároku 21, vyznačující se tím, že nanofiltrační zbytek je čištěn elektrodialýzou a vytváří se elektrodialyzovaná šťáva a elektrodialyzovaný zbytek.
23. Způsob podle nároku 22, vyznačující se tím, že elektrodialyzovaná šťáva se změkčí iontovou výměnou a vytvoří se změkčená vyčištěná šťáva.
24. Způsob podle nároku 23, vyznačující se tím, že se nanofiltrací, elektrodialýzou a iontovou výměnou odstraní nejméně 65 % hmotnostních Ca, Mg, K, Na a na ně vázaných anorganických a organických aniontů, které jsou přítomny v druhém ultrafiltračním filtrátu.
25. Způsob podle nároku 19 nebo 20, vyznačující se tím, že se vzduch zavádí do vstupní šťávy před první ultrafiltrací a polymerizují se barevné částice.

26. Způsob podle nároku 19 nebo 20, vyznačující se tím, že se peroxid vodíku, ozón nebo jejich kombinace zavádějí do vstupní šťávy před první ultrafiltrací.
27. Způsob podle nároku 19 nebo 20, vyznačující se tím, že se pH šťávy upraví na hodnotu 6 až 8 přidáním zásady před první ultrafiltrací.
28. Způsob podle nároku 19, vyznačující se tím, že po oddělení kapaliny zůstane v kaši nejvýše 5 % sacharózy přítomné v řepě.
29. Způsob podle nároku 28, vyznačující se tím, že po oddělení kapaliny zůstane v kaši nejvýše 3 % sacharózy přítomné v řepě.
30. Způsob podle nároku 19 nebo 20, vyznačující se tím, že dále zahrnuje krok odstraňování zbytku vláken řepy a kalu ze separované kapaliny nejméně jedním ze způsobů zvolených ze skupiny skládající se z cezení a filtrace před první ultrafiltrací.
31. Způsob podle nároku 30, vyznačující se tím, že se cezením nebo filtrací odstraní nejméně 90 % hmotnostních všech vláken a kalu majících největší rozměr nejméně 150  $\mu\text{m}$ .
32. Způsob podle nároku 31, vyznačující se tím, že se cezením nebo filtrací odstraní nejméně 90 % hmotnostních všech vláken a kalu majících největší rozměr nejméně 50  $\mu\text{m}$ .
33. Způsob podle nároku 19, vyznačující se tím, že se řepa maceruje průchodem kládiovým mlýnem a převede se na směs kaše a kapaliny obsahující sacharózu.
34. Způsob podle nároku 33, vyznačující se tím, že macerovaná řepa také prochází drtičem.

35. Způsob podle nároku 33, vyznačující se tím, že je kapalina oddělována od kaše odstředováním.
36. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že je první ultrafiltrační zbytek diafiltrován přes nejméně první diafiltrační nebo ultrafiltrační membránu a vyrábí se první diafiltrační filtrát a první diafiltrační zbytek a první diafiltrační zbytek se filtruje přes druhou ultrafiltrační membránu.
37. Způsob podle nároku 36, vyznačující se tím, že se druhý ultrafiltrační zbytek diafiltruje přes nejméně druhou diafiltrační nebo ultrafiltrační membránu a vyrábí se druhý diafiltrační filtrát a druhý diafiltrační zbytek a přičemž se druhý diafiltrační filtrát filtruje přes nanofiltrační membránu.
38. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že je nejméně dva z prvního ultrafiltračního zbytku, druhého ultrafiltračního zbytku, nanofiltračního filtrátu a elektrodialyzového koncentráту nebo zbytku kombinují a vyrábí se melasa.
39. Způsob podle nároku 37, vyznačující se tím, že se nejméně první diafiltrační zbytek, druhý diafiltrační zbytek a nanofiltrační filtrát zkombinují a vyrábí se melasa.
40. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že dále zahrnuje odpařování nanofiltračního zbytku k výrobě koncentrovaného sirupu a krystalizování bílého cukru z koncentrovaného sirupu.
41. Způsob podle nároku 23, vyznačující se tím, že dále zahrnuje odpařování vyčištěné šťávy a výrobu koncentrovaného sirupu a krystalizování bílého cukru z koncentrovaného sirupu.
42. Způsob podle nároku 41, vyznačující se tím, že vyčištěná šťáva má koncentraci popele nejvýše 2,5 % hmotnostních, vztaženo na bázi sušiny.

43. Způsob podle nároku 42, vyznačující se tím, že vyčištěná šťáva má koncentraci popele nejvýše 2,0 % hmotnostních, vztaženo na bázi sušiny.
44. Způsob podle nároku 41, vyznačující se tím, že vyčištěná šťáva má koncentraci popele nejvýše 1,0 % hmotnostních, vztaženo na bázi sušiny.
45. Způsob podle nároku 41, vyznačující se tím, že způsob zahrnuje dvě krystalizace bílého cukru z koncentrovaného sirupu.
46. Způsob podle nároku 40, vyznačující se tím, že matečný louh zůstává po krystalizaci bílého cukru z koncentrovaného sirupu a recykluje se na jednu z ultrafiltračních membrán.
47. Způsob podle nároku 41, vyznačující se tím, že matečný louh zůstává po krystalizaci bílého cukru z koncentrovaného sirupu a recykluje se na jednu z ultrafiltračních membrán.
48. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že je během filtrace přes první ultrafiltrační membránu vstupní šťáva na teplotě 60 až 93 °C.
49. Způsob podle nároku 48, vyznačující se tím, že vstupní šťáva má během filtrace skrz první ultrafiltrační membránu teplotu 71 až 85 °C.
50. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že první ultrafiltrační membrána odřezává na hodnotě molekulové hmotnosti nejméně 2000 daltonů a velikost pórů nejvýše 0,1 μm.
51. Způsob podle nároku 50, vyznačující se tím, že první ultrafiltrační membrána odřezává na hodnotě molekulové hmotnosti 4000 až 200 000 daltonů.
52. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že první ultrafiltrační filtrát má zbarvení 3000 až 10 000 icu.

44

~~45~~

25.04.03

53. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že druhá ultrafiltrační membrána odřezává na hodnotě molekulové hmotnosti 500 až 5000 daltonů.
54. Způsob podle nároku 53, vyznačující se tím, že druhá ultrafiltrační membrána odřezává na hodnotě molekulové hmotnosti 1000 až 4000 daltonů.
55. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že druhý ultrafiltrační filtrát má zbarvení, které není větší než 4000 icu.
56. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že druhý ultrafiltrační filtrát má zbarvení, které není větší než 2500 icu.
57. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že nanofiltrační filtrát zahrnuje nejméně 30 % hmotnostních, vztaženo na bázi sušiny, popele ve vstupní šťávě.
58. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že nanofiltrační filtrát zahrnuje nejméně 30 % hmotnostních, vztaženo na bázi sušiny, inverzních cukrů přítomných ve vstupní šťávě.
59. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že nanofiltrační filtrát zahrnuje nejméně 25 % hmotnostních, vztaženo na bázi sušiny, betainu přítomného ve vstupní šťávě.
60. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že nejméně jeden z vodních proudů zvolených ze skupiny skládající se ze vstupní šťávy, prvního ultrafiltračního filtrátu, druhého ultrafiltračního filtrátu a nanofiltračního zbytku se uvede ve styk s činidlem zvoleným ze skupiny skládající se z oxidu siřičitého, siřičitanových solí, hydrosiřičitanových solí, metahydrosiřičitanových solí, dithionitových solí a jejich směsí v množství dostačujícím k zabezpečení ekvivalentní koncentrace oxidu siřičitého v proudu nejméně 100 mg/kg.

61. Způsob podle nároku 23, vyznačující se tím, že nejméně jeden z vodních proudů zvolených ze skupiny skládající se ze vstupní šťávy, prvního ultrafiltračního filtrátu, druhého ultrafiltračního filtrátu, nanofiltračního zbytku a vyčištěné šťávy se uvede ve styk s činidlem zvoleným ze skupiny skládající se z oxidu siřičitého, siřičitanových solí, hydrosiřičitanových solí, metahydrosiřičitanových solí, dithionitových solí a jejich směsí v množství dostačujícím k zabezpečení ekvivalentní koncentrace oxidu siřičitého v proudu nejméně 100 mg/kg.
62. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že se žádný filtrát nedostane do styku s vápnem a oxidem uhličitým.
63. Způsob podle nároků 19 nebo 20, vyznačující se tím, že dále zahrnuje krok zvedení dostatku vzduchu do vstupní šťávy a zpolymerování barevných částic před filtrací skrz první ultrafiltrační membránu, přičemž nejméně část zbarvených částic se odstraní ze šťávy filtrací přes první ultrafiltrační membránu.
64. Způsob podle nároku 63, vyznačující se tím, že dále zahrnuje ohřev šťávy na teplotu 60 až 93 °C před filtrací přes první ultrafiltrační membránu.
65. Způsob výroby cukru z řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky
- macerování cukrové řepy nebo jejích kousků, a vytvoření kaše zahrnující vodnou kapalinu obsahující sacharózu,
  - oddělování kapaliny obsahující sacharózu od kaše,
  - filtrování kapaliny obsahující sacharózu přes první ultrafiltrační membránu, která odřezává molekulovou hmotnost na hodnotě 4000 až 200 000 daltonů a vyrobení prvního ultrafiltračního filtrátu, který má zbarvení nejvýše 10 000 icu a prvního ultrafiltračního zbytku,
  - filtrování prvního ultrafiltračního filtrátu přes druhou ultrafiltrační membránu, která odřezává na molekulové hmotnosti 2000 až 4000 daltonů, čímž se vyrobí druhý ultrafiltrační filtrát, který má zbarvení, které není větší než 4000 icu a druhého ultrafiltračního zbytku,
  - filtrování druhého ultrafiltračního filtrátu přes nanofiltrační membránu a vyrobení

- nanofiltračního filtrátu a nanofiltračního zbytku, kde nanofiltrační zbytek má vyšší koncentraci sacharózy na bázi sušiny než kapalina obsahující sacharózu v kroku b),
- f) čištění nanofiltračního zbytku nejméně jedním způsobem vybraným ze skupiny skládající se z iontové výměny a elektrodialýzy, a vyrobení nástřiku na odparku,
- g) odpaření vody z nástřiku na odparku a vyrobení koncentrovaného sirupu a
- h) krystalizování bílého cukru z koncentrovaného sirupu.
66. Způsob výroby cukru z cukrové řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky
- a) řezání cukrové řepy na řízky a získání vstupní šťávy obsahující sacharózu z nich difúzí,
- b) filtrování sacharózu obsahující vstupní šťávy přes první ultrafiltrační membránu, která odřezává na molekulové hmotnosti v rozmezí 4000 až 200 000 daltonů, a vyrobení prvního ultrafiltračního filtrátu, který má zbarvení, které není větší než 10 000 icu a prvního ultrafiltračního zbytku,
- c) filtrování prvního ultrafiltračního filtrátu přes druhou ultrafiltrační membránu, která odřezává na molekulové hmotnosti 2000 až 4000 daltonů a vyrábí se druhý ultrafiltrační filtrát, který má zbarvení nejvýše 4000 icu a druhý ultrafiltrační zbytek,
- d) filtrování druhého ultrafiltračního filtrátu přes nanofiltrační membránu a vyrábění nanofiltračního filtrátu a nanofiltračního zbytku, přičemž nanofiltrační zbytek má vyšší koncentraci sacharózy na bázi sušiny než kapalina obsahující sacharózu v kroku b),
- e) čištění nanofiltračního zbytku nejméně jedním způsobem zvoleným ze skupiny skládající se z iontové výměny a elektrodialýzy a vyrábění nástřiku pro odparku,
- f) odpařování vody z nástřiku do odparky a výroba koncentrovaného sirupu a
- g) krystalizace bílého cukru z koncentrovaného sirupu.
67. Způsob podle nároku 65 nebo nároku 66, vyznačující se tím, že způsob zahrnuje nejméně dvě krystalizace bílého cukru z koncentrovaného sirupu.
68. Způsob podle nároku 65 nebo nároku 66, vyznačující se tím, že matečný louh vyrobený v krystalizaci zahrnuje rafinózu a nejméně 75 % hmotnostních rafinózy se odstraňuje z matečného louhu v chromatografickém separátoru se simulovaným

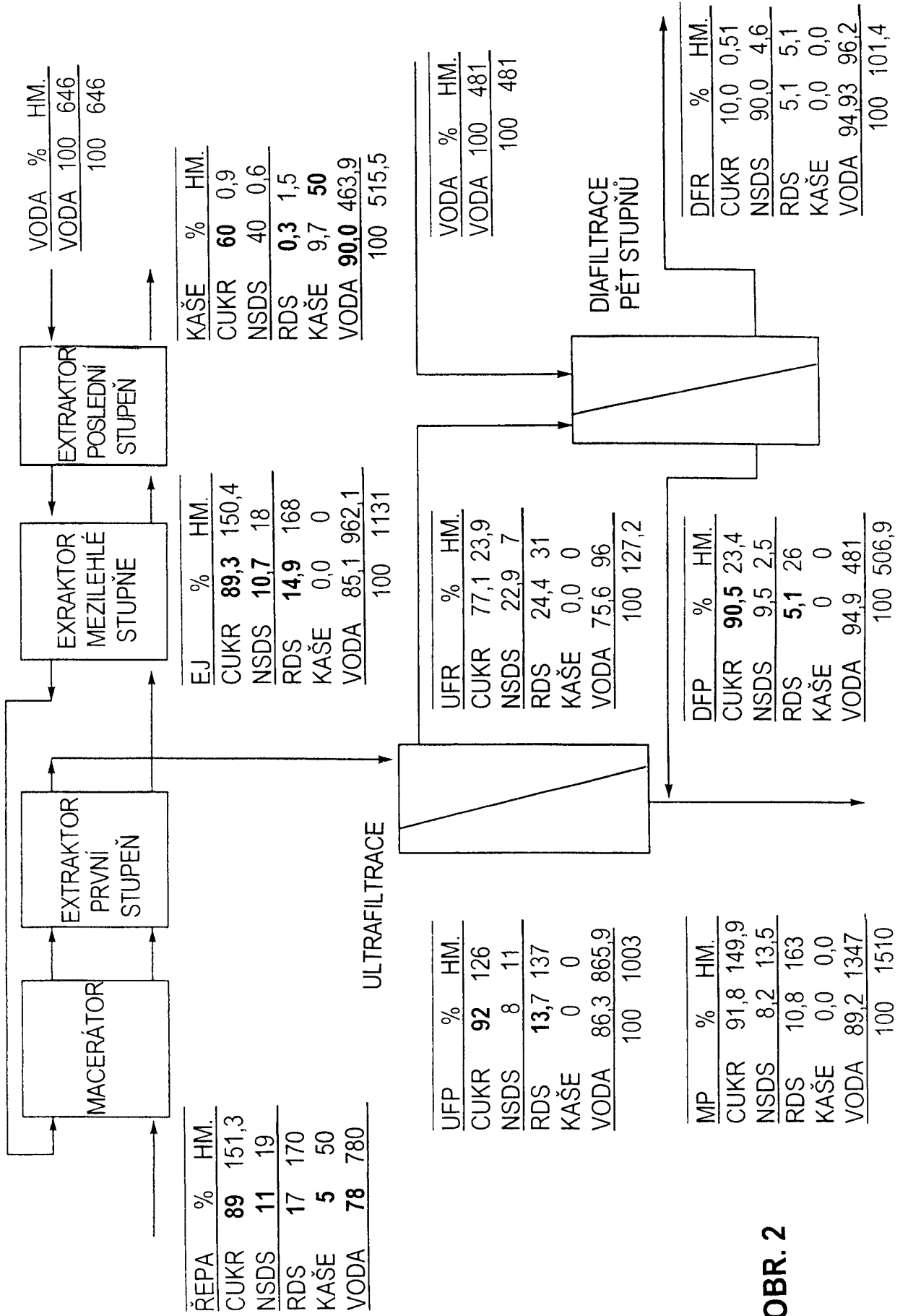
- pohyblivým ložem a upravený matečný louh se recykluje.
69. Způsob podle nároku 68, vyznačující se tím, že recyklovaný matečný louh je podrobován dalšímu čištění odpařováním a krystalizací.
70. Způsob podle nároku 65 nebo nároku 66, vyznačující se tím, že matečný louh vyrobený při krystalizaci zahrnuje rafinózu a nejméně 75 % hmotnostních rafinózy se odstraňuje z matečného louhu s použitím melibiázového enzymu a upravený matečný louh se recykluje do nástřiku druhé ultrafiltrační membrány.
71. Způsob čištění šťávy obsahující sacharózu, získané z cukrové řepy, vyznačující se tím, že zahrnuje kroky:
- vpouštění množství vzduchu do šťávy, postačujícího způsobit polymeraci barevných částic a
  - odstraňování nejméně některých zbarvených částic ze šťávy membránovou filtrací přes nejméně jednu ultrafiltrační membránu nebo nanofiltrační membránu.
72. Způsob podle nároku 71, vyznačující se tím, že dále zahrnuje ohřev šťávy před krokem b) na teplotu 60 až 93 °C,
73. Způsob podle nároku 71, vyznačující se tím, že membránová filtrace zahrnuje:
- filtrování šťávy přes první ultrafiltrační membránu, která odřezává na první molekulové hmotnosti, a vyrábí první ultrafiltrační filtrát a první ultrafiltrační zbytek,
- filtrování prvního ultrafiltračního filtrátu přes druhou ultrafiltrační membránu, která odřezává na druhé molekulové hmotnosti, která je nižší než první molekulová hmotnost pro odřezávání, čímž se vyrábí druhý ultrafiltrační filtrát a druhý ultrafiltrační zbytek, a
- filtrování druhého ultrafiltračního filtrátu přes nanofiltrační membránu, čímž se vyrábí nanofiltrační filtrát a nanofiltrační zbytek.



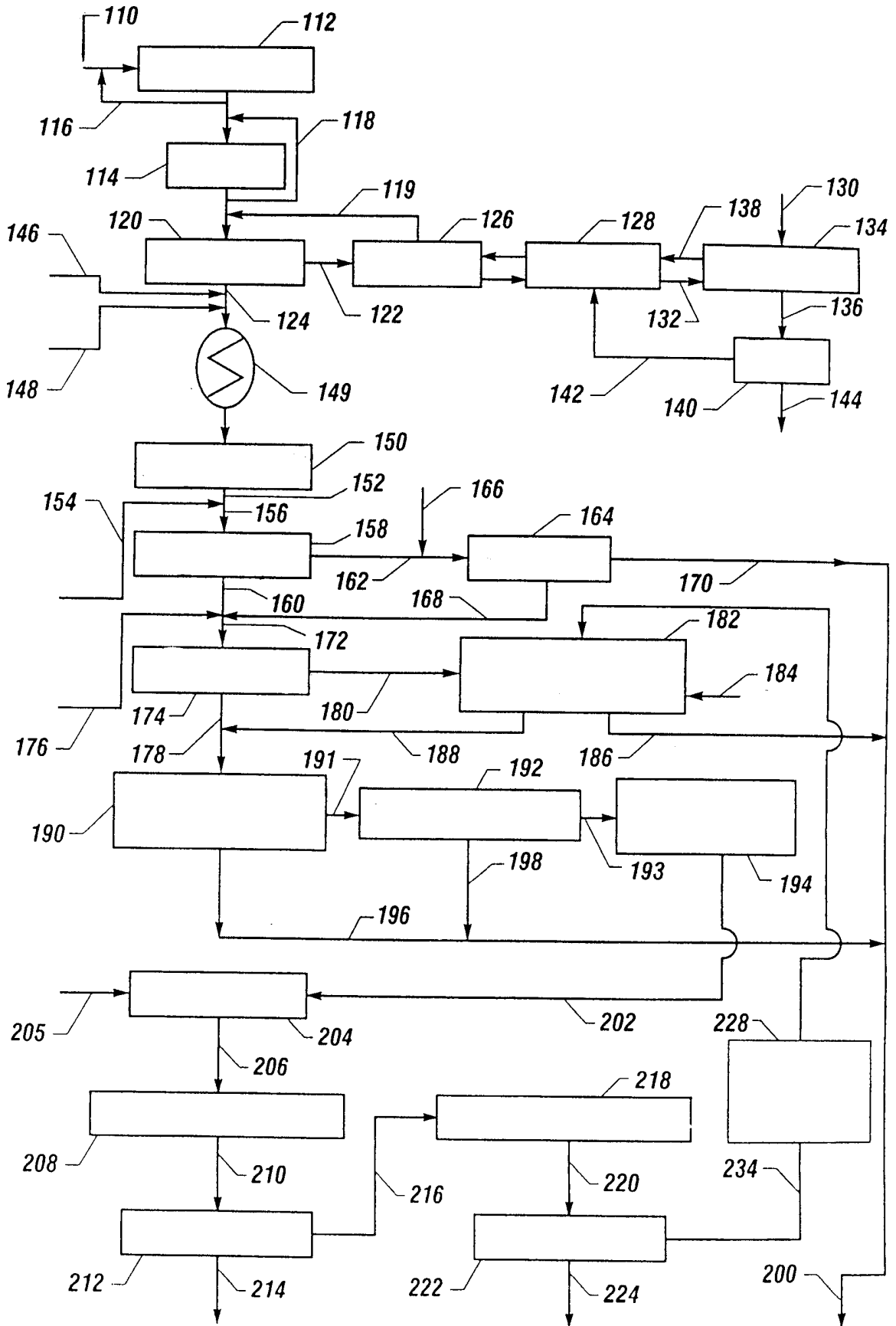
2/6

PI 2002-590  
250400

2/6



OBR. 2

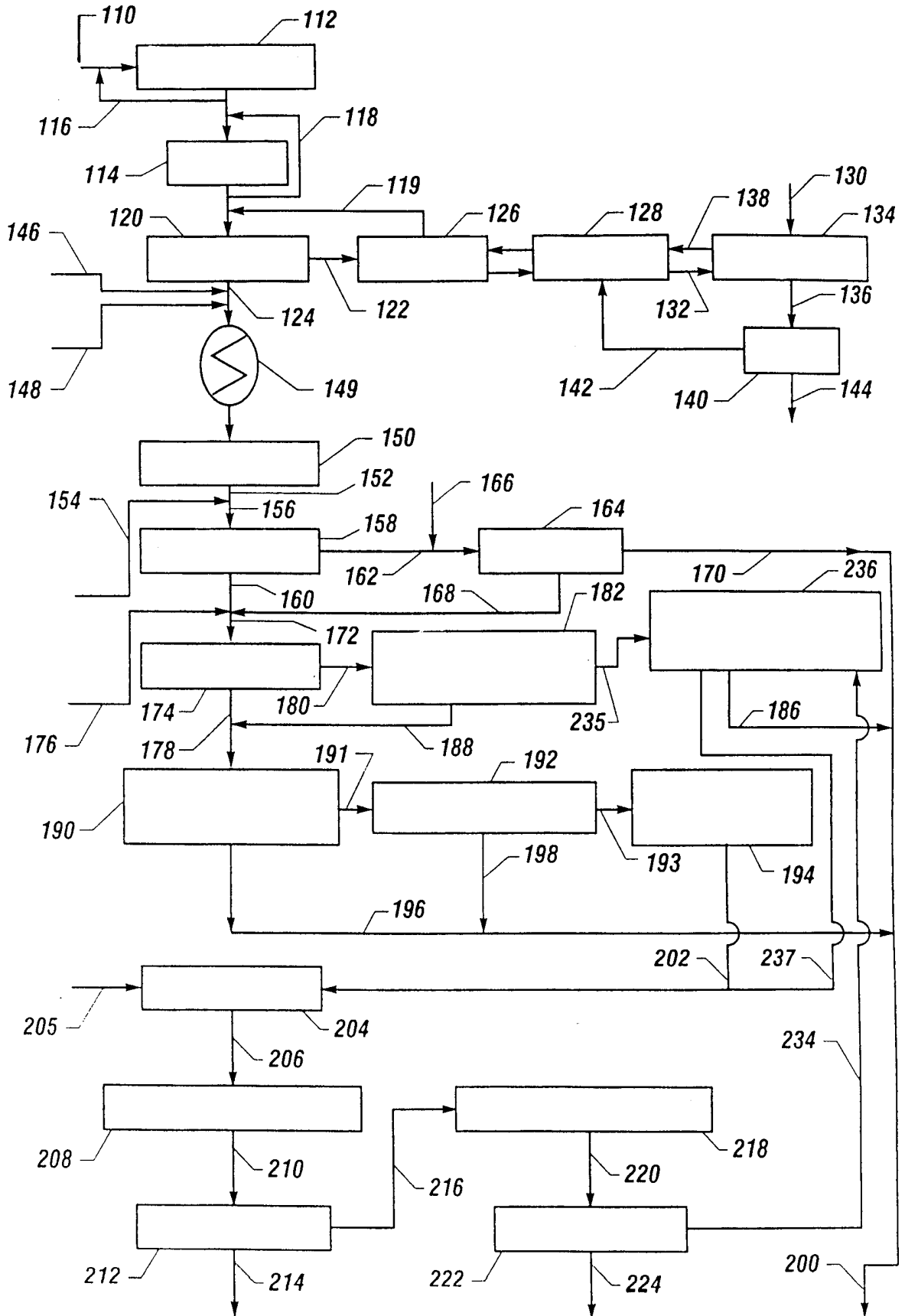


OBR. 3

4/6

PV 2002-570  
250400

4/6

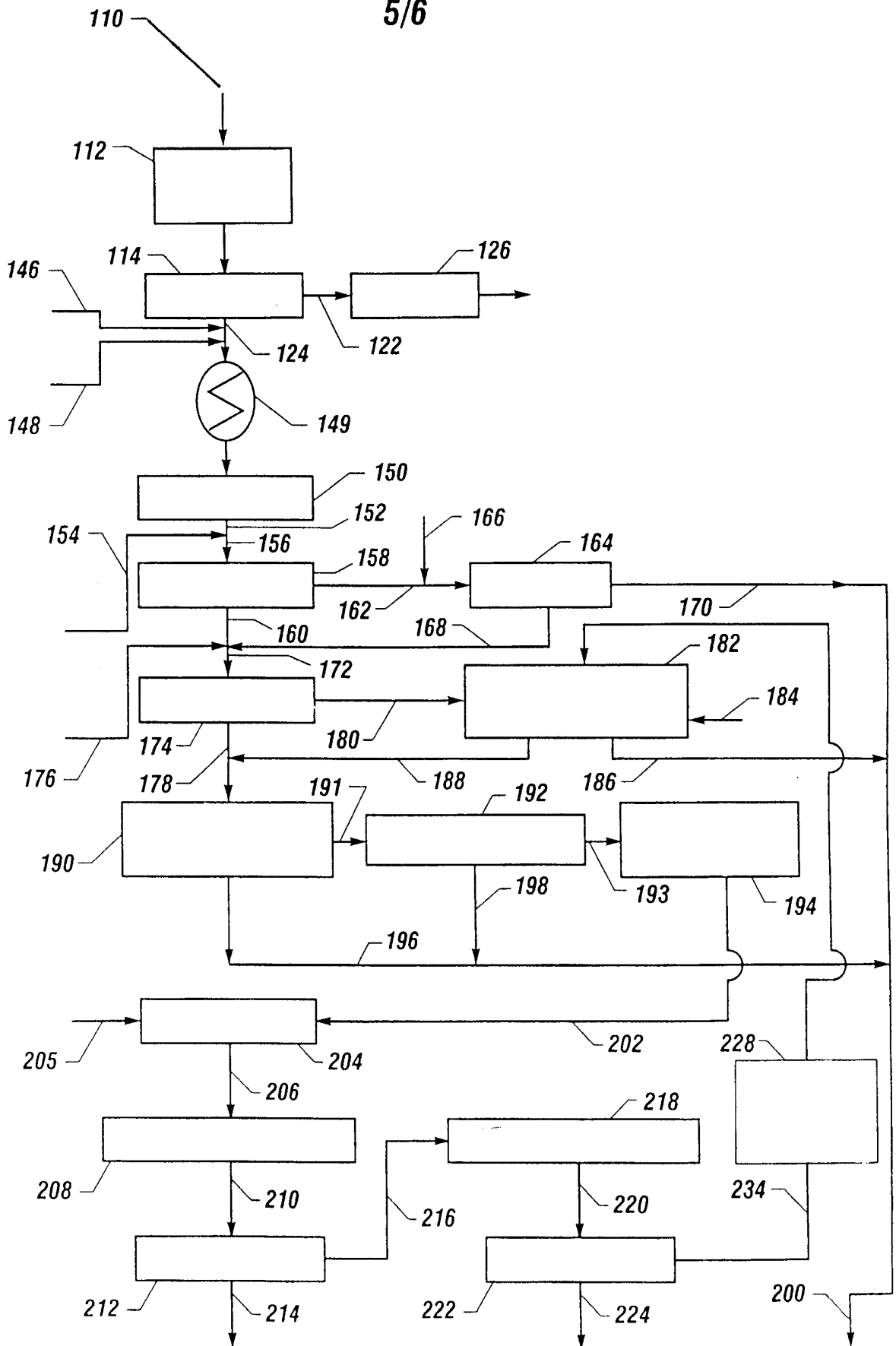


OBR. 4

5/6

PV 2002-540  
250400

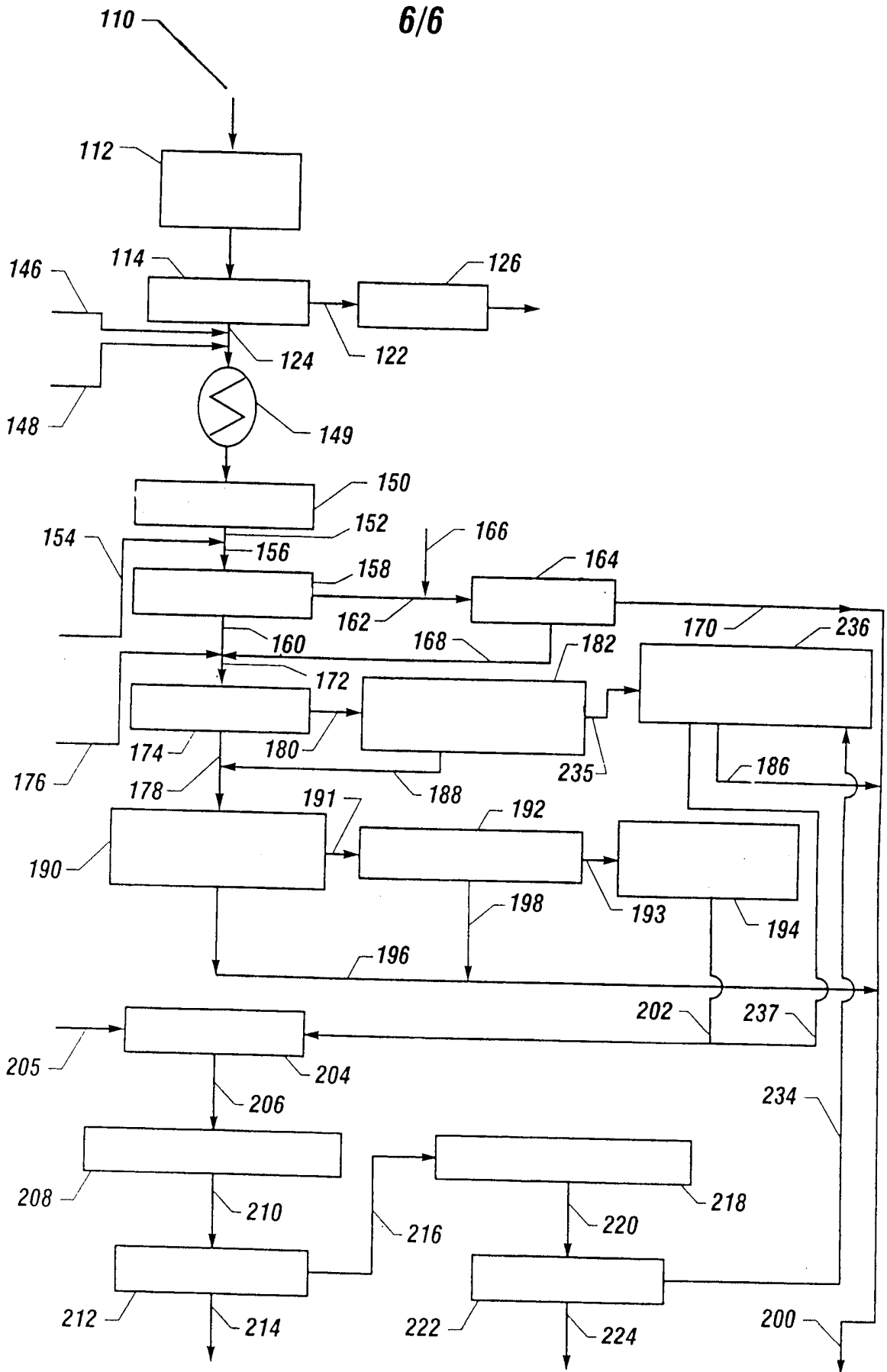
5/6



OBR. 5

6/6

PN 2022-590  
250400



OBR. 6