

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **12.05.2011**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **21.11.2012**
(Věstník č. 47/2012)

(21) Číslo dokumentu:

2011-279

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

B02B 5/02	(2006.01)
B01D 11/00	(2006.01)
B01D 35/00	(2006.01)
B04B 5/00	(2006.01)
B01D 3/00	(2006.01)
A23L 1/10	(2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Zemědělská fakulta, České Budějovice, CZ

(72) Původce:

Kolář Ladislav Prof. Ing. DrSc., České Budějovice, CZ
Kužel Stanislav Prof. Ing. CSc., České Budějovice, CZ
Silovská Šárka Ing., České Budějovice, CZ
Peterka Jiří Ing. Ph.D., České Budějovice, CZ
Pezlarová Jana, České Budějovice, CZ
Lošák Tomáš Doc. Ing. Ph.D., Brno-Líšeň, CZ
Maroušek Josef Ing. Ph.D., České Budějovice, CZ
Švojrgr Josef, Klatovy 3, CZ

(74) Zástupce:

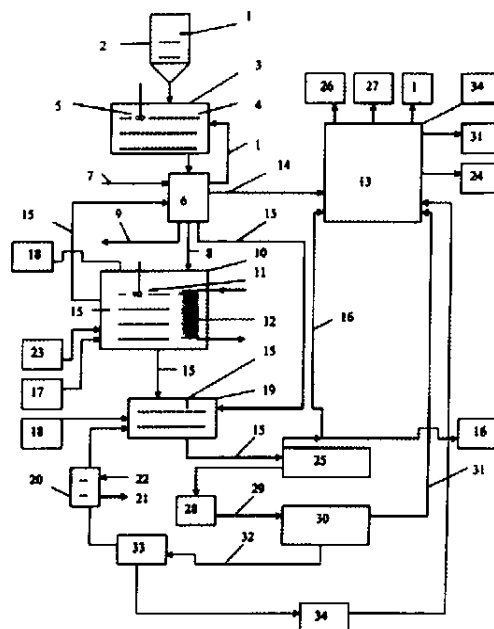
PatentCentrum Sedlák a Partners s.r.o., Ing. Jiří Sedlák,
Husova 5, České Budějovice, 37001

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob zpracování ječmene a zařízení k
provádění tohoto způsobu**

(57) Anotace:

Způsob a zařízení umožňující izolaci β -glukanů (16) nebo směsi (16) β -glukanů s bílkovinami, a současně výrobu dalších využitelných produktů. Podstata vynálezu spočívá v tom, že hrubě namletá ječná drť (1) se extrahuje ve vodném nebo alkalickém extrakčním roztoku (4) a filtruje, filtrát (8) se neutralizuje na hodnotu pH=6,5, přidá se k němu enzymatický přípravek (17) na bázi α -amylázy termostabilní při teplotě alespoň 90 °C a enzymatický aktivátor (23) tvořený bezvodým CaCl_2 , vzniklá procesní kapalina (15) se zahřeje na teplotu alespoň 90 °C, následně se volně zchladí a neutralizuje se na hodnotu pH=4,5, přičemž se vysrážejí bílkoviny, které se buď odfiltrují nebo ponechají v procesní kapalině (15), přidá se lih (20), procesní kapalina (15) se zchladí na teplotu 4 °C nebo nižší, s tepelnou prodlevou, při které se vysrážejí β -glukany, které se odfiltrují buď jako čisté β -glukany (16) nebo jako směs β -glukanů s bílkovinami (16). Z vedlejších produktů lze vyrobit různé druhy krmiv pro hospodářská zvířata, a také lih (20).



Způsob zpracování ječmene a zařízení k provádění tohoto způsobu

Oblast techniky

Vynález se týká oblasti zemědělství, potravinářství a krmivářství, konkrétně způsobu bezodpadového zpracování ječmene při výrobě proteinového β -glukanového koncentráту využitelného při výrobě funkčních potravin a při výrobě dalších produktů jako např. bioetanolu, kvasničných bílkovin, krmiva pro skot a drůbež a dalších. Vynález se týká také zařízení, které je určeno ke zpracování ječmene podle vynálezu, tzv. ječmenové biorafinerie.

Dosavadní stav techniky

Obilné β -glukany (z obalových vrstev zrn ovsa a z celého endospermu zrna ječmene) mají ve vědecké literatuře mnohokrát ověřený vliv na snížení hladiny krevního cukru a na snížení hladiny škodlivého LDL (nízkohustotního) cholesterolu. Zdrojem β -glukanů v lidské výživě jsou tzv. funkční potraviny s β -glukany, které potřebují zejména lidé s diabetes a nemocní, kteří trpí hyperlipidemií, tj. zvýšeným obsahem cholesterolu a triacylglycerolů (tuků) v krevní plasmě, avšak tyto potraviny lze využít také v preventivním předcházení vzniku srdečně-cévních chorob, a to společně s velkou skupinou antioxidantů z konzumované zeleniny a ovoce (vitamin E, C, karotenoidy, fenolické antioxidanty), s probiotiky a prebiotiky (acidofilní mléko, kysané mléčné výrobky, výrobky obohacené bifidobakteriemi), s fytosteroly (řepkový olej a panenské – extra virgin – oleje), s fosfolipidy (výrobky ze soji), s lignany (chléb se lněnými semínky). Značný význam mají též flavonoidy ze skupiny antioxidantů, jejichž nejbohatším zdrojem je červená cibule, také kapusta, z ovoce hlavně jablka.

U každé látky, má-li se využít v prevenci srdečně-cévních chorob, je důležité nutné denní množství, které musí dospělý jedinec konzumovat. U obilných β -glukanů je to průměrně 3 g/den na osobu. Protože v obilkách některých speciálních odrůd ječmene je až 10 % β -glukanů a v obilkách ovsa až 7 % β -glukanů, zdálo by se, že výroba funkčních potravin s β -glukany z těchto obilnin není žádný problém. Opak je

však pravdou. Speciální odrůdy ječmene, bohaté na β -glukany, jsou pro pěstitele rizikové. Jsou to tzv. „vaxy“ s voskovým typem endospermu a bezpluché odrůdy, jejich výnosy jsou zřetelně nižší, než výnosy běžných pluchatých odrůd. Pěstování takových odrůd není efektivní, navíc obsah β -glukanů je velmi závislý na průběhu počasí, na lokalitě, i na agrotechnice. Podle českého užitného vzoru CZ 16072 jsou známé potraviny, do kterých se bezpluchý ječmen přímo přidává, např. chléb, palačinky, perník, dětská výživa apod., ale z hlediska obsahu β -glukanů se jedná o zcela zanedbatelné procento denní dávky. K dosažení potřebné denní dávky je zapotřebí koncentrovaných přípravků vhodných pro výrobu funkčních potravin.

Obdobná situace je u ovsa, kde je pěstování speciálních odrůd rovněž rizikové, a navíc oves na rozdíl od ječmene obsahuje β -glukany nikoliv v celém zrně, ale jen v jeho subaleurónových (podpovrchových) vrstvách. Podle české přihlášky vynálezu PV 2008-24 je znám způsob a zařízení pro zpracování ovsa, jehož cílem je izolace β -glukanů pro výrobu funkčních potravin. Podstata tohoto způsobu a zařízení spočívá v tom, že se hrubým šrotováním oddělí ovesné otruby tj. obalové části zrna od endospermu zrna, a obě části se zpracovávají odděleně. Z ovesných otrub se extrakcí, filtrací, odstředěním a dalšími kroky izoluje ovesný škrob, ovesný protein a β -glukan ve formě silně viskózního roztoku. Z ovesných otrub lze dále vyrobit celou řadu ekonomicky využitelných látek. Z oddělených endospermů zrna se vytvoří ovesná krupice, ze které se následně vločkují ovesné vločky se sníženým obsahem β -glukanů. Tento způsob a zařízení ale naráží na těžkosti v technologii zpracování zrna, kde běžné mlecí stolice nejsou schopny efektivně oddělit subaleurónové vrstvy zrna. Navíc uvedený způsob není vůbec využitelný při zpracování ječmene, kde jsou β -glukany obsaženy v celém zrně.

Úkolem vynálezu je vytvoření způsobu a zařízení umožňujícího efektivní zpracování zejména běžně pěstovaných ječmenů, tzn. pluchatých odrůd, a izolaci β -glukanů ze zrna těchto ječmenů, v koncentrované formě vhodné pro přípravu funkčních potravin, a zároveň umožňujícího výrobu dalších využitelných látek a surovin, které by zlepšily ekonomiku výroby a zajistily v podstatě bezodpadové zpracování ječmene.

Podstata vynálezu

Vytčený úkol zcela řeší způsob zpracování ječmene a zařízení k provádění tohoto způsobu podle vynálezu. Podstata způsobu zpracování ječmene podle vynálezu spočívá v tom, že hrubě namletá ječná drť se alespoň dvakrát za sebou extrahuje ve vodném nebo alkalickém extrakčním roztoku a filtruje, přičemž se extrahují β -glukany a bílkoviny, filtrát s těmito látkami se následně neutralizuje na hodnotu $\text{pH}=6,5$, přidá se k němu enzymatický přípravek na bázi α -amylázy termostabilní při teplotě alespoň 90°C a enzymatický aktivátor tvořený bezvodým CaCl_2 v množství odpovídajícím enzymatické aktivitě odpovídající dané výrobní šarži enzymu, a takto vzniklá procesní kapalina se zahřeje na teplotu alespoň 90°C . Při zahřátí dojde ke ztekucení škrobů a k jejich hydrolýze až na jednoduché cukry (glukóza, fruktóza), a zároveň se ničí enzymy rozkládající β -glukany. Procesní kapalina se následně volně zchladí a neutralizuje se na hodnotu $\text{pH}=4,5$, přičemž se vysrážejí bílkoviny, které se buď odfiltrují nebo ponechají v procesní kapalině, a do procesní kapaliny se přidá líh v množství alespoň 50% objemových celkového objemu procesní kapaliny. Následně se procesní kapalina zchladí v chlazené srážecí nádobě na teplotu 4°C nebo nižší, s tepelnou prodlevou, při které se vysrážejí β -glukany, které se odfiltrují, buď jako čisté β -glukany nebo jako směs β -glukanů s bílkoviny, v závislosti na tom, jestli se dříve vysrážené hrubé nebo jemné vločky bílkovin ponechaly v procesní kapalině nebo jestli se odfiltrovaly. Využití čistých β -glukanů je širší, kromě přípravy funkčních potravin jsou využitelné např. i v kosmetice, ale směs β -glukanů s bílkoviny má jedinečné vlastnosti pro použití ve funkčních potravinách. Proto se výrobní postup orientuje i na současnou izolaci β -glukanů s ječnými bílkoviny. Biologická hodnota bílkovin ječmene je proti pšenici i kukuřici vyšší, protože obsahují nižší podíl prolaminů a vyšší podíl esenciálních, přístupných aminokyselin.

Ve výhodném provedení způsobu zpracování ječmene podle vynálezu se procesní kapalina po odfiltrování β -glukanů a/nebo bílkovin zpracuje obvyklým kvasným procesem na kvas, ze kterého se odstředí kvasničná bílkovina, která se vysuší na krmivo pro hospodářská zvířata, a ze zbytkového kvasu bez kvasničné bílkoviny se destiluje líh, který lze prodávat jako samostatný produkt. V ještě dalším výhodném provedení způsobu podle vynálezu se líh z destilace ~~se~~ použije opět do výrobního

procesu pro srážení bílkovin a β -glukanů v chlazené srážecí nádobě, a výpalky z destilace se usuší na krmivo pro hospodářská zvířata.

Z vícenásobné extrakce hrubě namleté ječné drtě zůstává po filtraci značné množství odpadu. Ve výhodném provedení způsobu podle vynálezu se extrahovaná ječná drť promyje a usuší se na kvalitní krmivo pro hospodářská zvířata, zejména pro drůbež.

V jednom výhodném provedení vynálezu se vysrážené bílkovin, případně alespoň hrubé částice vysrážených bílkovin odfiltrují z procesní kapaliny tak, že se procesní kapalina s vysráženými bílkovinami přefiltruje a vrátí se do chlazené srážecí nádoby ještě před přidáním lihu. Bílkoviny se následně usuší se na krmivo pro hospodářská zvířata.

V jiném výhodném provedení vynálezu se vysrážené bílkoviny se odfiltrují z procesní kapaliny až po přidání lihu a zchlazení. Pevný podíl z filtrace pak obsahuje společně s β -glukany i bílkoviny, případně alespoň jemné bílkoviny.

V obou variantách způsobu zpracování ječmene podle vynálezu je výhodné, když se následně vlhké čisté β -glukany nebo vlhká směs β -glukanů s bílkovinami usuší na sušené čisté β -glukany nebo sušenou směs β -glukanů s bílkovinami, kterou lze dobře transportovat, balit a udržovat v trvanlivém stavu.

Filtrát procesní kapaliny lze po odfiltrování β -glukanů nebo směsi β -glukanů a bílkovin zpracovat i jiným způsobem než na výrobu lihu, a to tak, že kapalina se odstředí, přičemž se zbaví zbytků zákalu, a následně se suší na směs glukózy a fruktózy, kterou lze využít jako krmivo pro hospodářská zvířata, např. ve formě cukerných roztoků pro skot.

Předmětem vynálezu je dále i zařízení pro zpracování ječmene, zejména jeho pluchatých odrůd, jehož podstata spočívá v tom, že zahrnuje extrakční nádobu pro extrakci hrubé ječné drtě ve vodném nebo alkalickém extrakčním roztoku, a následně zařazený filtr pro oddělení pevného podílu a filtrátu z extrakčního roztoku. Filtrát se jímá do procesní nádrže s vyhřívacím tělesem, kde vzniká procesní

kapalina obsahující kromě filtrátu i enzymatický přípravek na bázi α -amylázy termostabilní při teplotě alespoň 90°C, enzymatický aktivátor a neutralizační kyselinu. Zařízení dále zahrnuje i chlazenou srážecí nádobu s přívodem neutralizační kyseliny pro srážení bílkovin, čistých β -glukanů nebo směsi β -glukanů s bílkovinami v procesní kapalině, a plachetkový filtr pro oddělení čistých β -glukanů nebo směsi β -glukanů s bílkovinami z procesní kapaliny.

Ve výhodném provedení vynálezu, určeném pro výrobu lihu, zařízení dále zahrnuje kvasnou nádobu pro kvašení filtrátu procesní kapaliny z plachetkového filtru, odstředivku pro odstředění kvasničné bílkoviny z kvasu, a destilační kolonu pro destilaci lihu ze zbytkového kvasu bez kvasničné bílkoviny.

Zařízení podle vynálezu dále s výhodou zahrnuje sušárnu pro sušení pevného podílu z filtru na sušenou ječnou drť nebo sušené vysrážené bílkoviny, sušení čistých β -glukanů nebo směsi β -glukanů s bílkovinami na sušené čisté β -glukany nebo sušenou směs β -glukanů s bílkovinami, a sušení filtrátu procesní kapaliny z plachetkového filtru na směs glukózy a fruktózy. Jednotlivé produkty se v návaznosti na probíhající technologické postupy suší na sušárně postupně, skladují se nebo balí a prodávají se jako krmiva pro hospodářská zvířata.

Ve výhodném provedení zařízení opatřeného kvasnou nádobou a destilační kolonou pak zařízení dále zahrnuje také sušárnu pro sušení kvasničné bílkoviny z odstředivky a výpalků z destilační kolony, rovněž na krmiva pro hospodářská zvířata. Pro toto provedení je pak i dále výhodné, když k destilační koloně je připojena nádrž s lihem, propojená s chlazenou srážecí nádobou, a opatřená ventilem odběru lihu a ventilem přívodu lihu. Lih je tak možné ze systému odebírat a prodávat, v případě nedostatečné vlastní produkce je pak možné lih do systému doplňovat.

Výhoda způsobu zpracování ječmene a zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že umožňuje efektivně a v podstatě bezodpadově zpracovávat běžné odrůdy pluchatých odrůd ječmene pro izolaci β -glukanů využitelných zejména k výrobě tzv. funkčních potravin. Také izolace a příprava směsi β -glukanů s bílkovinami je výhodná, protože základem odtučňovacích diet u lidí je snížený příjem tuků a

sacharidů a zvýšený příjem bílkovin. Rostlinné bílkoviny ječmene jsou k tomuto účelu mimořádně vhodné, protože vyrovnávají nerovnováhu mezi živočišnými a rostlinnými bílkovinami u otlých, kteří tyto diety používají. Přebytek živočišných bílkovin by mohl vyvolat ledvinové komplikace a i z hlediska hygieny střev je jednoznačně záporná. Biologická hodnota bílkovin ječmene je proti pšenici i kukuřici vyšší, protože obsahují nižší podíl prolaminů a vyšší podíl esenciálních, přístupných aminokyselin.

V neposlední řadě způsob a zařízení podle vynálezu umožňuje vyrábět souběžně celou řadu produktů, které jsou ekonomicky využitelné zejména jako krmiva pro hospodářská zvířata.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález bude blíže osvětlen pomocí výkresů, na nichž znázorňuje obr. 1 technologické blokové schema způsobu a zařízení podle vynálezu.

Příklady provedení

Rozumí se, že dále popsané příklady uskutečnění vynálezu jsou představovány pro ilustraci, nikoli jako omezení možných provedení vynálezu na uvedené příklady. Odborníci, znalí stavu techniky, najdou nebo budou schopni zjistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním vynálezu, která jsou zde speciálně popsána. I tyto ekvivalenty budou zahrnuty do rozsahu následujících patentových nároků.

Příklad 1 - způsob zpracování ječmene

Zpracování ječmene probíhá v následující posloupnosti operací:

1. 1000^g ječmene se rozemele na hrubě namletou ječnou drť 1. Toto množství se vloží do extrakční nádoby 3 s míchadlem 5 a přilije se 40 l extrakčního roztoku 4 tvořeného 0,25 M NaOH.

2. Extrakční roztok 4 s ječnou drtí 1 se míchá míchadlem 5 rychlostí $1 \frac{ae}{s} \times 2$ ot/sek při teplotě $20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ po dobu 60 minut. Pak se hrubá ječná drť 1 oddělí od filtrátu 8 scezením na síťovém filtru 6 s velikostí ok $0,2 \frac{ae}{s} \times 0,5$ mm.
3. Filtrát 8 se přečerpá do procesní nádrže 10 o obsahu $80 \frac{ae}{s} \times 100$ l, k hrubé mokré ječné drti 1 se v extrakční nádobě 3 přidá dalších 20 l extrakčního roztoku 4 tvořeného 0,25 M NaOH, opět se 60 minut při teplotě $20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ míchá a pak se scedí na síťovém filtru 6 s velikostí ok $0,2 \frac{ae}{s} \times 0,5$ mm.
4. Ječná drť 1 ze síťového filtru 6 se několikrát promyje promývacím roztokem tvořeným studenou vodou s přídavkem octa ($2 \frac{ae}{s} \times 4$ %), zjistí se indikátorovým papírkem, zda už není alkalická, vysuší se a využije jako krmivo pro drůbež.
5. Druhý filtrát 8 se spojí s prvním filtrátem 8 v procesní nádrži 10 o obsahu $80 \frac{ae}{s} \times 100$ l, promíchá se a neutralizuje zředěnou neutralizační kyselinou 18 HCl (1 : 2 až 1 : 3) za stálého míchání a měření pH-metrem na hodnotu pH = 6,5.
6. Změří se přesně objem zneutralizované kapaliny. Z původních 60 l se část kapaliny zachytila v ječné drti 1, část kapaliny naopak přibyla při neutralizaci kyselinou 18. Na každých 5 l kapaliny se přidá 0,35 g enzymatického aktivátoru 23 tvořeného bezvodým CaCl_2 a 5 ml enzymatického přípravku - enzymu α -amylázy typu TERMAMYL-120 (termoodolný enzym) firmy NOVOZYMES, Dánsko. Do takto vzniklé procesní kapaliny 15 se vloží teploměr a zahřívá se na teplotu 95°C . Občas je nutno procesní kapalinu 15 kapalinu promíchat míchadlem 11. Po dosažení této teploty se procesní kapalina 15 udržuje při 95°C celkem 60 minut (pouze s přerušením na promíchání).
7. Po této době se procesní kapalina 15 nechá volně zchladit na teplotu $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.
8. Po ochlazení se procesní kapalina 15 za stálého míchání a přesného měření pH neutralizuje neutralizační kyselinou tvořenou zředěnou HCl (1 : 2 $\frac{ae}{s} \times$ 1 : 3) tak dlouho, až se dosáhne hodnoty přesně pH = 4,5. Nechá se v klidu do druhého dne.
9. Druhý den se v procesní kapalině 15 objeví vysrážené bílkoviny. Procesní kapalina 15 se může nyní přečerpat přes síťový filtr 6, kde se odfiltruje pevný podíl 14 (bílkoviny) a odvede se na sušárnu 13, přičemž procesní kapalina 15 bez bílkovin se vrátí do procesní nádrže 10, nebo se ponechá v procesní nádrži 10 i s vysráženými bílkovinami.

10. Procesní kapalina 15 se přečerpá do chlazené srážecí nádoby 19. Na každých 5 l procesní kapaliny 15 s vysráženými bílkovinami se přidá 5 l lihu 20 (96 %), promíchá se a zchladí na teplotu 4°C , která se udržuje 24 hodin.
11. Vysráží se gumovitá hmota tvořená gumovitými β -glukany a arabinoxylany, která se spolu s již vysráženými bílkovinami oddělí filtrační plachetkou na plachetkovém filtru 25.
12. Z filtrátu procesní kapaliny 15 se použitý líh regeneruje destilací v destilační koloně 33, cukry z rozštěpeného škrobu se zkvasí v kvasné nádobě 28, odstředí se kvasničná bílkovina 31 a z kvasu 32 bez kvasničné bílkoviny 31 vydestiluje se nový líh 20 v destilační koloně 33.
13. Vlhká hmota β -glukanů 16 nebo směsi 16 β -glukanů a bílkovin se zváží, stanoví se obsah sušiny. Suší se v sušárně 13 při 105°C , pak se suchá hmota mele, a vytvoří se sušené β -glukany 24 nebo sušená směs 24 β -glukanů a bílkovin.

Příklad 2 – biorafinerie pro zpracování ječmene

Nejlepší surovinou pro zpracování v biorafinerii jsou ječmeny, označované jako ječmeny potravinářské, neboť mají vyšší obsah vlákniny i β -glukanů. Méně vhodné jsou odrůdy ječmene, které se zařazují do skupiny ječmenů průmyslových (k výrobě whisky, škrobu, etanolu) a ječmeny sladovnické. Nejhorší surovinou jsou ječmeny krmné, které mají vysoký obsah bílkovin a nízký obsah β -glukanů.

Složení vzorku použitého ječmene v příkladu provedení (odrůda: BLANÍK) v sušině:
[%]

škrob	60,0
bílkoviny	13,0
N-látky rozpustné	2,0
celulóza	5,0
pentosany	9,0
β-glukany	3,5
nízkomolekulární sacharidy (sacharóza, maltóza, glukóza, fruktóza)	2,5
tuky	3,0
minerální látky	2,0
	100

Produkt v množství 13,4 % suš. původního množství rozemletého ječmene obsahuje 81,1 % bílkovin a 18,9 % β-glukanů. Denní nutná dávka tohoto produktu je 15,9 g/den pro 1 dospělou osobu.

Zařízení pro zpracování ječmene, označované také jako biorafinerie, je znázorněno na obr.1.

V zásobníku 2 se skladuje hrubě namletá ječná drť 1, která se dávkuje do extrakční nádoby 3 s míchadlem 5 a s extrakčním roztokem 4. Čím více je extrakční roztok 4 alkalický, tím vyšší je výtěžnost β-glukanů z extrakce, ale zhoršuje se jejich kvalita. Extrakční roztok 4 může být i voda, což vede k extrakci vysoce kvalitních β-glukanů, ale s malou výtěžností, takže extrakce se musí i několikrát opakovat. U alkalického extrakčního roztoku 4 je nutno extrakci provádět alespoň dvakrát za sebou. Použitá ječná drť 1 se odfiltruje na síťovém filtru 6 jako pevný podíl 14 z filtrace, promývá se promývacím roztokem tvořeným vodou s octem, který je přiveden na síťový filtr 6 přívodem 7 a odváděn odvodem 9, vede se na sušárnu 13 a po vysušení se může použít např. jako krmivo pro hospodářská zvířata (drůbež).

Filtrát 8 ze síťového filtru 6 se shromažďuje v procesní nádrži 10, promíchá se míchadlem 11 a neutralizuje se neutralizační kyselinou 18, nejčastěji zředěnou kyselinou chlorovodíkovou, až na hodnotu $\text{pH}=6,5$.

Do procesní nádrže 10 se přidá enzymatický aktivátor 23 tvořený bezvodým CaCl_2 a enzymatický přípravek 17 na bázi enzymu α -amylázy termoodolného typu s zaručenou funkcí i při teplotě 95°C . Procesní kapalina 15, která takto vznikne v procesní nádrži 10, se zahřívá se na teplotu 95°C pomocí vyhřívacího tělesa 12, aby se zničily enzymy rozkládající β -glukany, a udržuje se při 95°C celkem 60 minut, načež se procesní kapalina 15 nechá volně zchladit na pokojovou teplotu.

Po ochlazení se procesní kapalina 15 zneutralizuje neutralizační kyselinou 18 tvořenou zředěnou HCl ($1 : 2 \times 1 : 3$) tak dlouho, až se dosáhne hodnoty přesně $\text{pH} = 4,5$ a nechá se v klidu až do vysrážení bílkovin. Procesní kapalina 15 se v jedné variantě příkladu provedení může přečerpát přes síťový filtr 6, kde se odfiltruje pevný podíl 14 (bílkoviny) a odvede se na sušárnu 13, odkud se distribuují sušené bílkoviny 26 jako krmivo pro hospodářská zvířata, přičemž procesní kapalina 15 bez bílkovin se vrátí do procesní nádrže 10. V druhé variantě příkladu provedení se procesní kapalina 15 ponechá v procesní nádrži 10 i s vysráženými bílkovinami.

Procesní kapalina 15 s bílkovinami nebo bez nich se přečerpá do chlazené srážecí nádoby 19. Přidá se lih 20 v množství alespoň 50% objemových, promíchá se a zchladí se na teplotu 4°C , která se udržuje 24 hodin.

V chlazené srážecí nádobě 19 se vysráží se gumovitá hmota tvořená gumovitými β -glukany a arabinoxylany, které nelze od β -glukanů účinně oddělit, ale jejich vlastnosti jsou obdobně příznivé jako vlastnosti β -glukanů, takže není potřeba je separovat. Gumovitá hmota se spolu s již vysráženými bílkovinami oddělí filtrační plachetkou na plachetkovém filtru 25.

Vlhká hmota β -glukanů 16 nebo směs 16 β -glukanů a bílkovin se zváží, stanoví se obsah sušiny. Suší se v sušárně 13 při 105°C , pak se suchá hmota mele, a vytvoří se sušené β -glukany 24 nebo sušená směs 24 β -glukanů a bílkovin. Tento produkt lze samostatně prodávat jako surovinu resp. přídavek do funkčních potravin.

V jedné variantě příkladu provedení se přefiltrovaná procesní kapalina 15 z plachetkového filtru 25 se odstředí pro zbavení zákalu a následně se suší na odparce nebo na sušárně 13 na suchou směs 27 glukózy a fruktózy, která se zužitkuje jako krmivo pro hospodářská zvířata, nebo jako sladidlo pro přípravu energetických nápojů pro zvířata, např. pro skot.

V druhé variantě příkladu provedení se procesní kapalina 15 z plachetkového filtru 25 vede do kvasné nádoby 28, kde se cukerné roztoky zpracují obvyklým kvasným způsobem na kvas 29, který se odstředí v odstředivce 30. Odstředěním získaná kvasničná bílkovina 31 se suší na sušárně ¹³~~21~~ a zužitkuje se také jako krmivo pro hospodářská zvířata. Zbytkový kvas 32 zbavený kvasničné bílkoviny 31 jde z odstředivky 30 do destilační kolony 33, kde se z něho destiluje líh 20. Výpalky 34 z destilační kolony 33 se použijí jako krmivo pro hospodářská zvířata, s výhodou po jejich usušení na sušárně 13. Líh 20 se může vyrábět jako samostatný produkt k prodeji, nebo se skladuje v záchytné nádrži, ze které se přes ventil 22 doplnění lihu 20 dopouští do chlazené srážecí nádoby 19 k procesu srážení β -glukanů. Přes ventil 21 odběru lihu 20 se líh 20 může odebírat do nádob a následně skladovat jinde nebo prodávat.

Výše popsaným způsobem a zařízením lze β -glukany úspěšně vyrábět i z krmných ječmenů, jestliže se ještě před přidavkem lihu 20 do chlazené srážecí nádoby 19 zařadí další filtrace plachetkovým filtrem 25 a oddělí se zcela vysrážené ječné bílkoviny. Tím sice konečný produkt ztratí bílkovinovou část bílkovino- β -glukanového koncentráту, což je na jedné straně škoda, ale koncentrace β -glukanů v konečném produktu se prudce zvýší na hodnotu 80 ^u~~*~~ 90 %. Výtěžek β -glukanů bude samozřejmě menší, zhruba 20 % obvyklého množství. Ale denní nutná dávka pro osobu a den se naopak podstatně sníží a bude se pohybovat v intervalu 3 ^u~~*~~ 5 g/den pro 1 dospělou osobu, neboť půjde v podstatě o koncentrát.

Při realizaci výroby je nutno si uvědomit, že podmínky extrakce β -glukanů a přítomnost arabinoxylanů jako lepivých viskózních roztoků vyžadují značná ředění a tím manipulaci se značnými objemy kapalin. Pokud se zpracuje 100 kg ječmene_x

„BLANÍK“, vyrobí se asi 1 200 nutných denních dávek. Ale k izolaci těchto 1200 denních dávek by bylo nutné manipulovat se 72 000 l extrakčního roztoku 4, to znamená, že by pro zpracování tohoto množství ječmene najednou byla potřeba extrakční nádoba 3 o objemu nejméně 50 m³ a procesní nádoba 10 o objemu dokonce 100 m³. Je tedy zřejmé, že výrobní postup je nutno organizovat jako periodicky kontinuální a vycházet z možností výrobce. V každém případě jde ale o výrobu velkokapacitní.

Také regenerace a vlastní výroba lihu 20 z cukerných roztoků, které vznikly rozštěpením ječného škrobu enzymatickou cestou, je velkokapacitní. Při zpracování 100 kg ječmene najednou je v procesní kapalině 15 zhruba 50 m³ lihu 20, který se stále regeneruje na destilační koloně 33. Protože alkoholová výtěžnost škrobu při průměrné kvalitě práce je 60 %, lze očekávat, že při zpracování 100 kg ječmene v dané kvalitě lze získat $60 \times 0,6 = 36 \text{ dm}^3$ 100%-ního etanolu, tj. 37,5 l 96%-ního lihu 20. Z tohoto množství asi 50 % doplní technologické ztráty lihu 20 při srážení β -glukanů a lze proto počítat jen s prodejem $15 \frac{1}{2} \times 18 \text{ dm}^3$ 96%-ního lihu na 100 kg zpracovaného ječmene.

Průmyslová využitelnost

Způsob a zařízení podle vynálezu lze využít jednak k efektivní izolaci β -glukanů a/nebo směsi β -glukanů a bílkovin z ječmene, pro jejich následné využití při přípravě funkčních potravin, a jednak k výrobě řady krmiv pro hospodářská zvířata jako vedlejších produktů. V neposlední řadě je způsob a zařízení využitelný i k výrobě lihu.

Přehled vztahových značek použitých na výkresech

- 1 hrubá ječná drť
- 2 zásobník ječné drtě
- 3 extrakční nádoba
- 4 extrakční roztok
- 5 míchadlo extrakční nádoby
- 6 síťový filtr
- 7 přívod promývacího roztoku
- 8 filtrát ze síťového filtru
- 9 odvod promývacího roztoku
- 10 procesní nádrž
- 11 míchadlo procesní nádrže
- 12 vyhřívací těleso procesní nádrže
- 13 sušárna
- 14 pevný podíl filtrace ze síťového filtru (ječná drť, vysrážené bílkoviny)
- 15 procesní kapalina
- 16 vysrážené čisté β -glukany nebo směs β -glukanů s bílkoviny
- 17 enzymatický preparát – termostabilní α -amyláza
- 18 neutralizační kyselina
- 19 chlazená srážecí nádoba na srážení procesní kapaliny s bílkoviny (směs β -glukanů s bílkoviny) nebo bez bílkovin (čisté β -glukany)
- 20 líh
- 21 ventil odběru lihu
- 22 ventil doplnění lihu
- 23 enzymatický aktivátor
- 24 sušené čisté β -glukany nebo sušená směs β -glukanů s bílkoviny
- 25 plachetkový filtr
- 26 sušené vysrážené bílkoviny
- 27 sušená směs glukózy a fruktózy
- 28 kvasná nádoba pro kvašení cukerného roztoku (filtrátu z plachetkového filtru)
- 29 kvas
- 30 odstředivka

- 31 kvasničná bílkovina
- 32 zbytkový kvas bez kvasničné bílkoviny
- 33 destilační kolona
- 34 výpalky

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob zpracování ječmene, zejména jeho pluchatých odrůd, **v y z n a - č u j í c í s e t í m**, že hrubě namletá ječná drť (1) se extrahuje ve vodném nebo alkalickém extrakčním roztoku (4) a filtruje, odfiltrovaná ječná drť (1) se alespoň jednou znovu extrahuje v extrakčním roztoku (4) a filtruje, filtrát (8) se neutralizuje na hodnotu $\text{pH}=6,5$, přidá se k němu enzymatický přípravek (17) na bázi α -amylázy termostabilní při teplotě alespoň 90°C a enzymatický aktivátor (23) tvořený bezvodým CaCl_2 v množství odpovídajícím enzymatické aktivitě odpovídající dané výrobní šarži enzymu, vzniklá procesní kapalina (15) se zahřeje na teplotu alespoň 90°C , následně se volně zchladí a neutralizuje se na hodnotu $\text{pH}=4,5$, přičemž se vysrážejí bílkoviny, které se buď odfiltrují nebo ponechají v procesní kapalině (15), přidá se líh (20) v množství alespoň 50% objemových celkového objemu procesní kapaliny (15), procesní kapalina (15) se zchladí na teplotu 4°C nebo nižší, s tepelnou prodlevou, při které se vysrážejí β -glukany, které se odfiltrují buď jako čisté β -glukany nebo jako směs β -glukanů s bílkovinami (16).
2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že následně se procesní kapalina (15) zpracuje obvyklým kvasným procesem na kvas (29), ze kterého se odstředí kvasničná bílkovina (31), která se vysuší na krmivo pro hospodářská zvířata, a ze zbytkového kvasu (32) bez kvasničné bílkoviny (31) se destiluje líh (20).
3. Způsob podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že líh (20) z destilace se použije pro srážení bílkovin a β -glukanů, a výpalky (34) z destilace se usuší na krmivo pro hospodářská zvířata.
4. Způsob podle některého z nároků 1 až 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že extrahovaná ječná drť (1) se promyje a usuší na krmivo pro hospodářská zvířata.

5. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vysrážené bílkoviny (26) se odfiltrují z procesní kapaliny (15) před přidáním lihu (20) a usuší se na krmivo pro hospodářská zvířata.
6. Způsob podle některého z nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vysrážené bílkoviny se odfiltrují z procesní kapaliny (15) po přidání lihu (20) a zchlazení společně s β -glukany.
7. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že z procesní kapaliny (15) se po odfiltrování β -glukanů nebo směsi β -glukanů a bílkovin odstředí zbytky zákalu, a procesní kapalina (15) se po odstředění suší na směs (27) glukózy a fruktózy.
8. Způsob podle některého z nároků 1 až 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že čisté β -glukany nebo směs β -glukanů s bílkovinami (16) se usuší na sušené čisté β -glukany nebo sušenou směs β -glukanů s bílkovinami (24).
9. Zařízení pro zpracování ječmene, zejména jeho pluchatých odrůd, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zahrnuje extrakční nádobu (3) pro extrakci hrubé ječné drtě (1) ve vodném nebo alkalickém extrakčním roztoku (4), filtr (6) pro oddělení pevného podílu (14) a filtrátu (8) z extrakčního roztoku (4), procesní nádrž (10) s vyhřívacím tělesem (12) pro procesní kapalinu (15) obsahující filtrát (8), enzymatický přípravek (17) na bázi α -amylázy termostabilní při teplotě alespoň 90°C, enzymatický aktivátor (23) a neutralizační kyselinu (18), a dále zahrnující chlazenou srážecí nádobu (19) s přívodem neutralizační kyseliny (18) pro srážení bílkovin (26), čistých β -glukanů (16) nebo směsi β -glukanů s bílkovinami (16) v procesní kapalině (15), a plachetkový filtr (25) pro oddělení čistých β -glukanů (16) nebo směsi β -glukanů s bílkovinami (16) z procesní kapaliny (15).
10. Zařízení podle nároku 9, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dále zahrnuje kvasnou nádobu (28) pro kvašení filtrátu procesní kapaliny (15) z plachetkového filtru (25), odstředivku (30) pro odstředění kvasničné

bílkoviny (31) z kvasu (29), a destilační kolonu (33) pro destilaci lihu (20) ze zbytkového kvasu (32) bez kvasničné bílkoviny (31).

11. Zařízení podle nároku 9, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dále zahrnuje sušárnu (13) pro sušení pevného podílu (14) z filtru (6) na sušenou ječnou drť (1) anebo sušené vysrážené bílkoviny (26), sušení čistých β -glukanů (16) nebo směsi β -glukanů s bílkovinami (16) na sušené čisté β -glukany (24) nebo sušenou směs (24) β -glukanů s bílkovinami, a sušení filtrátu procesní kapaliny (15) z plachetkového filtru (25) na směs (27) glukózy a fruktózy.
12. Zařízení podle nároku 10, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dále zahrnuje sušárnu (13) pro sušení kvasničné bílkoviny (31) z odstředivky (30) a výpalků (34) z destilační kolony (33).
13. Zařízení podle nároku 10, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že k destilační koloně (33) je připojena nádrž s lihem (20), propojená s chlazenou srážecí nádobou (19) a opatřená ventilem (21) odběru lihu (20) a ventilem (22) přívodu lihu (20).

The schematic diagram illustrates a wastewater treatment process. It begins with a hopper (1) feeding material into a reactor (2). The output of the reactor goes through a series of components: a filter (3), a separator (4), and a pump (5). The flow continues through a series of tanks or reactors (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34). The final output is collected in a tank (34).