

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0902001-2 A2**



* B R P I 0 9 0 2 0 0 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 15/06/2009
(43) Data da Publicação: 13/04/2010
(RPI 2049)

(51) *Int.Cl.*:
A23J 3/16 (2010.01)
A23J 3/14 (2010.01)
A23J 1/14 (2010.01)

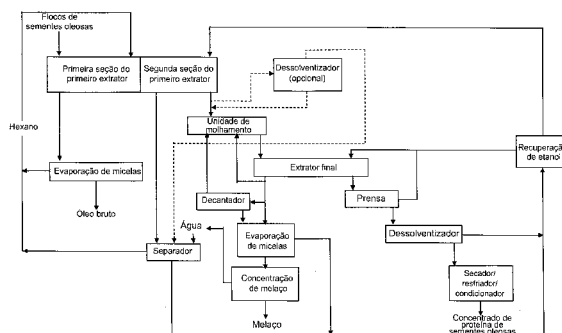
(54) Título: **CONCENTRADO DE PROTEÍNA VEGETAL**

(30) Prioridade Unionista: 20/06/2008 GB 08 11380.5

(73) Titular(es): N.V. Desmet Ballestra Engineering S.A.

(72) Inventor(es): Marc Kellens, Philippe Van Doosselaere

(57) **Resumo:** CONCENTRADO DE PROTEÍNA VEGETAL. A presente invenção refere-se a um processo para preparar um concentrado de proteína vegetal a partir de material vegetal oleaginoso que compreende as etapas de: a) pré-tratar o material vegetal oleaginoso para abrir as células; b) extrair o material vegetal pré-tratado em um primeiro extrator com um solvente apolar para produzir um material vegetal desengordurado molhado com solvente; c) por em contato o material vegetal desengordurado com etanol aquoso com uma concentração de etanol de pelo menos 80% em peso para um material vegetal desengordurado molhado com etanol; d) molhar o material vegetal desengordurado molhado com etanol, com etanol aquoso; e) extrair o material vegetal num extrator final para produzir um material proteináceo molhado com solvente; f) dessolventizar o referido material proteináceo molhado com solvente para produzir um concentrado de proteína vegetal.





PI0902001-2

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**CONCENTRADO DE PROTEÍNA VEGETAL**".

Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se à produção de concentrados de proteína vegetal a partir de material vegetal oleaginoso com gordura total ou parcialmente desengordurado.

Antecedentes da Invenção

10 Por causa do teor de proteína relativamente alto de material vegetal oleaginoso, como, mas não-limitado a soja, esse material é um material de partida altamente adequado para a produção de ingredientes proteínicos de alimentos, baseados em vegetais, como concentrados e isolados. Mais recentemente, concentrados de soja estão também sendo usados como ingrediente de alimentos em aquicultura para reduzir a falta de farelo de peixe e/ou proporcionar uma alternativa mais barata e isenta de dioxina. Por
15 razões nutricionais, esta aplicação requer uma remoção completa de oligossacarídeos do material vegetal.

Como mencionado na Patente US Nº 4 219 470, a composição total de soja em base seca é de 40% de proteína, 29% de carboidratos e fosfatídeos, 21% de óleo de triglicerídeos e 10% de cinzas e fibras. O aumento do teor de proteína, portanto, acarreta necessariamente, a remoção de outros constituintes. Se o óleo é removido por extração, o teor de proteína no farelo resultante contendo 13% em peso de umidade, é aumentado para 44% em peso e se os grãos fossem debulhados antes de serem extraídos, o farelo resultante teria um teor de proteína de 48% em peso. A produção de concentrado de proteína por remoção de carboidratos solúveis (oligossacarídeos como sacarose, rafinose e estaquiose) do último farelo, por
25 extração do farelo com etanol aquoso pode aumentar adicionalmente seu teor de proteína para algo como 70% em peso em base seca.

Aumento ainda maior e produção de isolados a partir de flocos de soja desengordurados, requer a dissolução da proteína e separação da
30 proteína dissolvida dos constituintes insolúveis do farelo como as fibras incluídas nas paredes das células e subsequente precipitação da proteína por

redução do pH da solução de proteína e separação do precipitado dos carboidratos que permanecem em solução. Isolados assim preparados podem conter mais de 90% de proteína em base seca.

Entretanto, este processo gera um efluente aquoso que demanda tratamento intensivo antes do descarte. Portanto, isolados são caros e para muitas aplicações, o teor de proteína um pouco menor dos concentrados é totalmente aceitável. Assim, vários processos para produzir concentrados de soja foram desenvolvidos.

Estes processos diferem na ordem em que eles extraem o óleo e os carboidratos ou açúcares. O processo descrito na Patente U.S. Nº 3 971 856 se inicia com a remoção de açúcares de grãos de soja debulhados com água, secagem dos grãos extraídos e formação de flocos e extração do óleo com um solvente apolar. Outros processos como por exemplo o descrito na Patente U.S. Nº 3 268 503, usam flocos de soja desengordurados como material de partida para a extração dos açúcares com uma solução aquosa de etanol a 50-70%. No entanto, ambos os processos possuem a desvantagem de que o produto intermediário, isto é, o produto que já sofreu uma extração e ainda tem de ser submetido a um segundo processo de extração tem de ser seco ou dessolventizado.

Para evitar esta secagem ou dessolventização, vários sistemas solventes foram descritos. A Patente U.S. Nº 3 714 210 descreve um solvente líquido bifásico: uma fase consistindo essencialmente em um ou mais solventes lipofílicos e a outra fase consistindo essencialmente em uma mistura de água e um ou mais solventes miscíveis em água. Óleo e materiais não-proteináceos são simultaneamente extraídos provendo um produto concentrado de proteína de soja que tem cor clara e gosto suave. Neste processo é difícil manter a integridade do floco de modo que uma percolação apropriada do leito de material que está sendo extraído não pode sempre ser assegurada.

Em vez de um sistema solvente bifásico, um sistema solvente de fase única pode também ser usado como descrito pela Patente U.S. Nº 4

219 470. Os dois solventes usados são álcool (etanol) e água e pela variação da razão entre eles, a mistura de solvente mostra preferência pela extração de lipídios ou açúcares. Em primeiro lugar, pondo em contato flocos de soja com gordura total com uma corrente aquosa de etanol contendo 50-
5 70% em peso de álcool, os açúcares contidos nos referidos flocos são extraídos. Subsequentemente, os flocos úmidos são secos pelo contato dos mesmos com etanol aquoso concentrado e quando o etanol não é mais diluído com água, ele começa a dissolver e extrair os lipídios ainda presentes nos flocos isentos de açúcar. Este processo também faz com que as proteí-
10 nas sejam extraídas de modo que o rendimento do concentrado é inaceitavelmente baixo.

Como descrito pela Patente U.S. 3.734.901, é também possível extrair primeiramente os lipídios e então extrair os açúcares do resíduo de extração livre de lipídios. Para isto, os lipídios são inicialmente extraídos
15 dos flocos de soja com um solvente hidrocarboneto/álcool mono-hídrico seguindo-se extração aquosa dos constituintes solúveis em água. No entanto, este processo ainda incorpora a remoção por evaporação de hexano dos flocos extraídos que são substancialmente isentos de lipídios antes destes flocos serem expostos a solvente aquoso para a extração
20 dos constituintes solúveis em água.

Sumário da Invenção

É uma vantagem da invenção que lipídios e açúcares possam ser extraídos do material vegetal oleaginoso evitando a necessidade de dessolventização completa do intermediário.

25 Foi surpreendentemente verificado que a etapa de dessolventização do intermediário pode ser muito simplificada ou mesmo omitida em um processo para preparar um concentrado de proteína vegetal a partir de material vegetal oleaginoso contendo óleo de triglicerídeos, açúcares e proteína, que compreende as etapas de:

- 30
- a) pré-tratar o material vegetal oleaginoso para abrir as células;
 - b) extrair o material vegetal oleaginoso pré-tratado resultante da etapa (a) em um primeiro extrator com um solvente apolar para produzir uma

primeira micela contendo óleo e material vegetal desengordurado molhado com solvente;

5 c) por em contato o referido material vegetal desengordurado com etanol aquoso com uma concentração de etanol de pelo menos 80% em peso para substituir o solvente apolar pelo menos parcialmente com etanol e produzir uma segunda micela e material vegetal desengordurado molhado com etanol;

10 d) molhar o referido material vegetal desengordurado molhado com etanol, com etanol aquoso enquanto o referido material é transferido do referido primeiro extrator para um extrator final;

e) extrair o referido material vegetal no referido extrator final com uma corrente de etanol aquoso contendo 50 a 90% em peso de etanol para produzir uma terceira corrente de micela contendo açúcares e um material proteináceo molhado com solvente;

15 f) dessolventizar o referido material proteináceo molhado com solvente para produzir um concentrado de proteína vegetal.

Aspectos da presente invenção são também realizados pelo concentrado vegetal produzido pelo processo descrito acima.

20 É uma vantagem do processo de acordo com a invenção que o contato do material vegetal desengordurado com etanol aquoso concentrado substitua o solvente apolar e assim evite a necessidade de dessolventização completa.

25 É uma vantagem de certas modalidades do processo de acordo com a invenção que o molhamento do material vegetal desengordurado molhado com etanol mantenha sua integridade e assegure assim percolação eficiente na subsequente etapa e) de extração.

É também uma vantagem de certas modalidades do processo de acordo com a invenção que as proteínas presentes no material vegetal mantenham sua digestibilidade quando é usado como um ingrediente de ração.

30 É uma vantagem de certas modalidades do processo de acordo com a invenção que o consumo de vapor seja menor do que nos processos da técnica.

Breve Descrição do Desenho

A única figura mostra um diagrama de fluxo de uma modalidade particular do processo de acordo com a invenção; ela também ilustra várias características opcionais deste processo.

5 Descrição Detalhada da Invenção

O termo micela, usado na descrição da presente invenção, significa uma solução de óleo em um solvente como a que resulta de um processo de extração por solvente.

10 O termo concentrado de proteína, usado na descrição da presente invenção, significa um derivado de um resíduo de extração de semente oleosa (farinha) com um teor aumentado de proteína.

O processo de acordo com a invenção refere-se à produção de concentrados de proteína vegetal a partir de material vegetal oleaginoso em geral e sementes oleosas contendo óleo vegetal, proteína vegetal e oligossacarídeos em particular. Ele produz os referidos concentrados de proteína vegetal com a extração do óleo do referido material vegetal oleaginoso com um solvente apolar como, mas não-limitado a hexano, e subsequente extração dos oligossacarídeos do resíduo de extração desengordurado com etanol aquoso.

20 Por causa de seu teor de proteína e composição de aminoácidos, grãos de soja constituem uma matéria-prima preferida para o processo de acordo com a invenção. No entanto, grãos de soja também contêm oligossacarídeos que incluem sacarose, rafinose e estaquiose onde os dois últimos contêm ligações β -galactosídicas. Os humanos não possuem as en-
25 zimas que hidrolisam estas ligações e assim não podem digerir estes açúcares. Consequentemente, elas são quebradas microbialmente no intestino grosso e isto conduz à flatulência. A ausência destes oligossacarídeos em um produto proteináceo baseado em grão de soja a ser usado para alimentação humana é, portanto, altamente desejável. Similarmente, concentrados
30 a serem usados para alimentação de peixes exigem um preço tanto maior quanto menor seu teor residual de açúcar.

Grãos de soja também contêm componentes de fibra e embora

sua presença no produto proteináceo fabricado pelo processo de acordo com a invenção possa ser bastante aceitável para algumas aplicações, outras aplicações, como alimentação de peixe, se beneficiam de um teor baixo de fibra do produto proteináceo. Como cascas de grãos de soja possuem um

5 teor de fibras relativamente alto, os grãos de soja são preferivelmente debulhados por qualquer processo conhecido pelos versados na técnica antes de serem tratados pelo processo de acordo com a invenção. Os grãos de soja a serem usados no processo de acordo com a invenção podem ser resultado de modificação genética. Se esta modificação genética alterou a composição

10 de aminoácidos da proteína dos grãos de soja de acordo com exigências específicas para o produto da invenção esses grãos de soja são especialmente preferidos.

O processo da invenção não é limitado a grãos de soja. Outros grãos como, mas não-limitados a feijão alado (*Psophocarpus tetragonolobus*) que está sendo cultivado em quantidades crescentes na Ásia, também

15 constituem matérias-primas adequadas para o processo de acordo com a invenção. Outras sementes oleosas como, mas não-limitadas a canola (*Brassica napus* e *B. repa*) ou semente de girassol (*Helianthus annuus*) podem também servir como matérias-primas adequadas. Novamente, estas

20 sementes oleosas são preferivelmente debulhadas antes de serem tratadas pelo processo de acordo com a invenção, isto é, antes do pré-tratamento do material vegetal oleaginoso para abertura das células. Ainda outro material vegetal oleaginoso que pode ser vantajosamente processado de acordo com a invenção é germe de milho.

25 Para facilitar a extração, a primeira etapa a) do processo de acordo com a invenção envolve um pré-tratamento do material vegetal oleaginoso para romper as paredes das células deste material. Este pré-tratamento pode incluir um tratamento de formação de flocos. Neste tratamento, as sementes oleosas são prensadas entre dois rolos cilíndricos e

30 achatados formando flocos. Antes deste tratamento, as sementes oleosas podem ter sido condicionadas por um tratamento térmico para amaciar o material e assim reduzir a exigência de energia do processo de formação de

flocos em questão. Por causa das forças de compressão e cisalhamento envolvidas neste processo de formação de flocos, quase todas as células da semente de óleo são abertas pela ruptura de suas paredes. Esta abertura das células facilita grandemente a extração dos conteúdos da célula evitando a necessidade de difusão através das paredes das células. Grãos são preferivelmente quebrados usando rolos de craqueamento corrugados antes de se tornarem flocos, sendo que esta operação de quebra pode fazer parte do tratamento de debulha. Uma espessura típica de flocos almejada no caso de grãos de soja é de 0,25 a 0,35 mm ou preferivelmente 0,28 a 0,32 mm.

10 Outro pré-tratamento que faz com que as paredes das células do material vegetal oleaginoso sejam rompidas é a prensagem mecânica, já que isso acarreta fortes forças de compressão e cisalhamento. A prensagem mecânica não remove todo o óleo do material vegetal oleaginoso de modo que a torta de prensagem resultante ainda contém algum óleo e assim constitui um material adequado a ser extraído na etapa b) do processo de acordo com a invenção. Este pode ser extraído como tal, mas preferivelmente após ter sido peletizado já que este tratamento também causa ruptura adicional das paredes das células. Além disso, os péletes possuem melhores características de percolação do que a torta de prensagem. Em ainda outra modalidade da etapa a) do processo de acordo com a invenção, um expensor é utilizado para pré-tratar o material vegetal oleaginoso.

25 Na etapa seguinte do processo de acordo com a invenção, o material pré-tratado é extraído com um solvente apolar como, mas não-limitado a 'hexano', que é o nome dado a uma fração industrial do petróleo que consiste principalmente de hidrocarbonetos C6 saturados como n-hexano, metilpentanos, metilciclopentano etc. A extração é realizada em um primeiro extrator, que é preferivelmente do tipo de percolação usando uma correia móvel já que este tipo tem a vantagem de preservar a integridade dos flocos, mas o processo de acordo com a invenção não está, de modo algum, limitado a este tipo de extrator. Neste tipo de extrator, os flocos de sementes de óleo e o solvente de extração se movem em direções opostas de modo que é realizada extração em contracorrente.

No entanto, como ilustrado na figura, o primeiro extrator pode ser dividido em duas seções. A primeira seção na qual o material pré-tratado resultante da etapa a) é introduzido em uma extremidade e hexano fresco é introduzido na outra extremidade, assegura remoção de óleo do referido material pré-tratado. Assim, uma micela de hexano-óleo deixa a primeira seção na extremidade onde o material pré-tratado é introduzido e um bagaço molhado com hexano deixa a seção na outra extremidade para penetrar na segunda seção. As condições padrão do processo podem ser adotadas na primeira seção do referido primeiro extrator. Assim, uma concentração micelar de, por exemplo, 25-30% em peso de óleo pode ser objetivada e uma temperatura de operação um pouco abaixo do ponto de ebulição atmosférico do hexano (62°C) é perfeitamente adequada. Desta forma, um teor de óleo residual do material desengordurado de menos de 1% em peso ou preferivelmente de menos de 0,5% em peso pode ser obtido.

Na referida segunda seção, etanol de mais de 80% de concentração em peso é alimentado na extremidade oposta à extremidade onde o material molhado de hexano é introduzido e escoar em contracorrente ao referido material na etapa c) do processo de acordo com a invenção. A concentração preferida do etanol aquoso usado na etapa c) do processo de acordo com a invenção é de cerca de 95% em peso, esta sendo a concentração de etanol no azeótropo atmosférico etanol/água. O uso de etanol desta concentração também tem a vantagem de que ele desnatura a proteína vegetal e a torna menos solúvel no etanol aquoso usado na extração da etapa e) sem reduzir apreciavelmente sua digestibilidade. Assim, uma segunda micela consistindo de uma mistura de hexano e etanol deixa a segunda seção do primeiro extrator na extremidade onde o material desengordurado molhado de hexano foi introduzido e material molhado de etanol deixa a segunda seção na outra extremidade.

Em uma modalidade do processo de acordo com a invenção, o material molhado com etanol, o bagaço resultante da etapa c) é transferido imediatamente para a unidade de molhamento da etapa d). Em outra modalidade, o bagaço é pelo menos parcialmente dessolventizado pela exposição

do mesmo a pressão reduzida em um tipo de dessolventizador que permite a operação a pressão subatmosférica. Isto causa a evaporação da parte mais volátil do solvente presente no bagaço e diminui ou diminui virtualmente a quantidade de hexano que se move a jusante. Etanol e hexano formam um azeótropo que ferve a 58, 7°C em pressão atmosférica que contém 21 % em peso de etanol. Consequentemente, o condensado do dessolventizador é, preferivelmente, combinado com a corrente de etanol a ser enviada para o separador onde água é adicionada e as fases resultantes são separadas. Na figura, os fluxos envolvidos nesta última modalidade foram desenhados com linhas tracejadas.

Se o dessolventizador inclui aquecimento indireto, este pode aumentar a temperatura do material sendo dessolventizado e assim reduzir a solubilidade em água das proteínas presentes neste material. Isto aumentará o rendimento do produto final, mas por outro lado, deve ser tomado cuidado para não afetar as propriedades críticas do produto final como digestibilidade de proteína. Em ainda outra modalidade, o bagaço molhado com etanol é parcialmente dessolventizado por meios mecânicos como a espremedura da camada de flocos na correia móvel. Esta dessolventização parcial é, assim, realizada no final da segunda seção do primeiro extrator e o líquido retirado por espremedura do bagaço é combinado com a corrente de etanol a ser enviada para o separador onde água é adicionada para obter uma separação de fase. Durante esta dessolventização por espremedura, deve ser tomado cuidado para se manter a integridade dos flocos.

Na etapa d) do processo de acordo com a invenção, o material desengordurado molhado com etanol é molhado com etanol aquoso. Durante este tratamento de molhamento, o referido material absorve uma quantidade apreciável deste solvente e relegando este molhamento a uma etapa separada e introduzindo o material molhado em um último extrator, é mantida percolação apropriada deste material. A etapa real de molhamento da etapa d) pode ser executada de várias maneiras, mas deve ser tomado cuidado para manter a integridade do material desengordurado tanto quanto possível. Uma maneira preferida envolve o uso de um parafuso helicoidal de

rotação lenta que combina a mistura de material molhado com etanol com o agente de molhamento enquanto é efetuado o transporte do material para o extrator final, por exemplo, do primeiro extrator para o último extrator durante o qual este é opcionalmente aquecido. Este parafuso deve ter uma proporção tal que o tempo mínimo de molhamento seja de 10 minutos e este tempo não exceda 20 minutos. O uso de um parafuso helicoidal também oferece a possibilidade de aquecimento do material que está sendo molhado e assim permite que o extrator final seja operado em uma temperatura mais alta do que o primeiro extrator. Para isto, a carcaça ao redor do referido parafuso transportador helicoidal pode possuir uma camisa de vapor. Outra maneira de aumentar a temperatura do material que está sendo extraído no extrator final é aquecendo o solvente de extração antes de este ser pulverizado no material que está sendo extraído.

A realização da extração do material pré-tratado com hexano e a subsequente substituição do hexano pelo etanol no mesmo primeiro extrator tem a desvantagem de que os vapores de solvente podem ficar misturados. Assim, outra modalidade do processo de acordo com a invenção acarreta o uso de um extrator intermediário entre o primeiro extrator e o último. O bagaço molhado com hexano é introduzido em uma primeira seção do referido extrator intermediário, onde o bagaço molhado com hexano é lavado com etanol com concentração de pelo menos 80% e preferivelmente cerca de 95% em peso produzindo uma segunda micela. Após a remoção do hexano, o material molhado com etanol é molhado tomando-se cuidado para manter a integridade do material de modo a não reduzir suas características de percolação. Após o tratamento de molhamento da etapa d), os açúcares são extraídos usando etanol aquoso mais diluído. Isto pode ser feito em uma segunda seção do extrator intermediário, mas para evitar a mistura de diferentes vapores de solventes, é preferivelmente ser feito em um extrator separado final.

Como ilustrado na figura, o solvente usado para molhar os flocos molhados com etanol faz parte da terceira micela originada do último extrator. Nesta modalidade particular, sua composição refletirá o processo de ex-

tração da etapa e). Esta será um etanol aquoso diluído com alguns oligossacarídeos dissolvidos e seu uso como agente de molhamento economiza a purificação de solvente. No entanto, o processo de acordo com a invenção não é limitado a esta modalidade particular. Em outra modalidade, a quantidade total da terceira micela, que deixa o último extrator, é alimentado a um decantador, fornecendo assim um sobrenadante claro e uma corrente de sólidos (lama) que é usada no tratamento de molhamento da etapa d); se necessário, esta corrente de sólidos pode ser diluída com as micelas que deixam o último extrator. O uso de um decantador como ilustrado na figura tem a vantagem de que finos são reciclados para o extrator e que o sistema de tratamento de micelas é largamente protegido de incrustação.

A quantidade composição do etanol aquoso usado para extrair açúcares dos flocos desengordurados e molhados da etapa e) dependem das exigências do produto final. Em geral, foi verificado que quando o etanol contém mais água, este é mais eficaz na extração de açúcares. Consequentemente, menos solvente de extração é necessário e o resultado será uma micela mais concentrada. No entanto, um etanol aquoso menos concentrado é também um solvente melhor para proteínas e seu uso faz com que, assim, o teor de proteína do concentrado final de proteína seja reduzido. Esta redução pode em certa extensão ser limitada pelo ajuste do pH do etanol aquoso ao ponto isoelétrico da proteína. Para proteína de soja, isto significa reduzir o pH a um valor de cerca de 4,5. Consequentemente, um teor de proteína de mais de 70% em peso requer um teor de etanol do solvente de extração de mais de 60 ou até 70% em peso e isto pode levar a uma terceira micela contendo somente 6% de açúcares ou mesmo menos. De maneira semelhante, açúcares residuais do concentrado de proteína afetam seu teor de proteína e especialmente a quantidade de solvente a ser usado e dessa forma seu teor de açúcar.

Finalmente, o bagaço que deixa o extrator final é dessolventizado na etapa f) do processo de acordo com a invenção. Como o calor latente de evaporação do solvente usado na etapa e) do processo é alto (40 kJ/mol ou 2,2 kJ por grama para água e 38 kJ/mol ou 0,83 kJ por grama para etanol

em oposição a 29 kJ/mol ou somente 0,34 kJ por grama para hexano), é vantajoso minimizar a quantidade de solvente que tem de ser evaporado. Como neste estágio do processo, a integridade dos flocos não é mais crítica, uma prensa padrão é usada, em uma modalidade preferida, para retirar por
5 espremedura a quantidade maior possível de solvente contido nos flocos molhados com solvente que deixam o extrator final, desde que esta prensa tenha sido construída de uma maneira a prova de explosão. Como mostrado na figura, a mistura de solvente que deixa a prensa, tendo quase a mesma composição do solvente de extração alimentado ao último extrator pode van-
10 tajosamente ser retornada para o referido extrator.

A torta de filtração que resulta da prensa usada para recuperar algum solvente pode, então, ser totalmente dessolventizada em um dessolventizador padrão pelo suprimento de calor indireto, calor direto por meio de vapor, ou ambos. Durante a dessolventização, tempo e temperatura são pa-
15 râmetros críticos com relação à desnaturação de proteína, cuja magnitude é governada pela especificação do produto final. Como ilustrado na figura, o produto dessolventizado é seco e resfriado antes de ser adicionalmente convertido no produto final para venda. Este condicionamento pode compreender, moagem, classificação, mistura e embalagem.

20 No processo de acordo com a invenção, três correntes de micelas são geradas. Existe a corrente de micela apolar contendo o óleo que foi extraído dos flocos na primeira seção do primeiro extrator. Esta corrente de micelas é evaporada para separar óleo e solvente como a micela que se origina em uma planta de extração de sementes oleosas padrão. Assim, se a
25 planta que opera o processo de acordo com a invenção faz parte de um complexo de moagem de óleo, pode ser vantajoso ter esta micela evaporada no evaporador multiestágios que forma parte da unidade de extração por solvente desta moenda de óleo.

A segunda micela que se origina do processo de acordo
30 com a invenção aparece na segunda seção do primeiro extrator ou no extrator intermediário. Ela consiste basicamente de uma mistura de um solvente apolar, como hexano e etanol, e alguma água embora os flocos desengordu-

rados molhados com hexano possam absorver bem alguma água quando postos em contato com etanol aquoso, mesmo quando o teor de água do etanol está próximo à condição azeotrópica. De acordo com o diagrama de fases hexano/etanol/água mostrado na Patente U.S. Nº 3.998.800, segue-se

5 que a adição de mais água a esta mistura de solvente logo levará à formação de duas fases : uma fase hexano contendo somente uma pequena quantidade de etanol e uma fase de etanol aquoso. Assim, em uma modalidade preferida do processo de acordo com a invenção, água é acrescentada à referida segunda corrente de micelas e após deposição, a camada superior

10 or de hexano é enviada para a primeira seção do primeiro extrator, como um solvente de moagem de óleo, enquanto a camada aquosa inferior de etanol é enviada ao extrator final, como solvente de extração de açúcar.

Esta extração de açúcar leva a uma terceira micela contendo etanol, água e açúcares; ela pode também conter alguma proteína e outros

15 componentes de sementes oleaginosas que são solúveis em etanol aquoso. Como mostrado na figura, os açúcares são primeiramente recuperados como melaço por evaporação de solvente etanólico, e então são isolados como sólidos secos por evaporação da água contida no melaço. No entanto, esta é somente uma modalidade particular do processo de acordo com a invenção

20 e a invenção não é absolutamente limitada a essa modalidade. Com a escolha das condições apropriadas de evaporação, etanol de diferentes concentrações pode ser recuperado nos diferentes estágios de evaporação e os versados na técnica estão totalmente familiarizados com a otimização da recuperação de solvente em função das exigências particulares do processo.

25 Assim, a figura somente indica uma seção de recuperação de etanol sem prover qualquer detalhe acerca dos teores de água das várias correntes de etanol.

Uma outra modalidade do processo de acordo com a invenção que não foi incluída na figura compreende o uso de um solvente apolar como

30 hexano na etapa f) de dessolventização. Provedo o extrator final com uma segunda seção e alimentando esta segunda seção não só com o material proteináceo molhado com etanol, mas também com o referido solvente apo-

lar, pelo menos substituição parcial (deslocamento) do etanol pelo solvente apolar pode ser obtido, seguindo-se uma remoção por evaporação dos solventes presentes. Se a temperatura do material na primeira parte do extrator final estiver acima do ponto de ebulição do hexano de 62°C, esta deve ser
5 reduzida pela pulverização do mesmo com álcool aquoso frio no final da primeira seção do extrator final antes de pulverizá-lo com hexano na segunda seção do referido extrator. Para isto, um trocador de calor tem de ser incorporado no sistema de distribuição de álcool aquoso. A mistura etanol/hexano/água resultante pode, então, ser transferida para o separador
10 mostrado na figura e o material proteináceo molhado com solvente pode ser dessolventizado, embora exigindo muito menos energia do que quando os únicos solventes presentes eram etanol e água. Nesta modalidade, o condensado do dessolventizador compreendendo principalmente o referido solvente apolar e etanol deve também ser tratado no separador mostrado na
15 figura.

Similarmente, em ainda outra modalidade do processo de acordo com a invenção, o material proteináceo molhado com etanol é “seco” por lavagem do mesmo com etanol aquoso com uma concentração de etanol de pelo menos 80% em peso e preferivelmente de cerca de 95 % em peso seguida por uma remoção por evaporação de quaisquer solventes presentes.
20 Isto leva a um bagaço com um teor de água baixo que requer menos energia na dessolventização e uma mistura de solvente que pode ser usada para extrair açúcares do material molhado resultante da etapa d) do processo de acordo com a invenção. Outras modalidades junto com as
25 mostradas acima ocorrerão aos versados na técnica; elas fazem parte do processo de acordo com a invenção.

Exemplos

Nos experimentos de laboratório que ilustram o processo de acordo com a invenção, grãos de soja foram transformados em flocos e os
30 flocos resultantes foram extraídos em um Soxhlet com hexano por 15 horas. Os flocos desengordurados resultantes foram, então, transferidos para uma coluna de vidro (altura 30 cm e 5 cm de diâmetro) equipada com um filtro e

uma válvula na extremidade inferior e provida com uma camisa ligada a um banho de óleo. Uma bomba de recirculação coleta o solvente abaixo do filtro e o reintroduz no topo da coluna para simular a percolação de um extrator industrial. A velocidade de percolação foi medida determinando duração de tempo que o nível de solvente leva para descer de uma marca da coluna para uma inferior.

Após molhar os flocos desengordurados com algum hexano para compensar qualquer hexano perdido por evaporação e um tempo de drenagem de alguns minutos, os flocos molhados com hexano foram tratados com etanol com teores variados de água. Após a mistura hexano-etanol ter sido deixada drenar, os flocos molhados com etanol foram removidos da coluna de vidro, postos em um béquer de vidro e postos em contato com o etanol mais diluído a ser usado para a extração de açúcar fazendo-os inchar. Após o inchamento, os flocos foram transferidos de volta para a coluna e extraídos com etanol diluído. Esta extração compreendeu oito lavagens com etanol diluído, cada lavagem durando 20 minutos mais 2 minutos de tempo de drenagem. Após a última lavagem, os flocos extraídos foram dessolventizados por 120 minutos a 85°C e então de um dia para o outro em temperatura ambiente.

Amostras de solvente de extração foram retiradas para determinar a perda de açúcares e o rendimento de proteína foi determinado por análise do material de partida e da amostra final; o teor de nitrogênio foi determinado com o uso do método Kjeldahl e o teor de proteína foi calculado de acordo com $N \times 6,25$.

Exemplo 1

Neste exemplo, o efeito do teor de água do etanol aquoso usado para extrair os açúcares dos flocos desengordurados molhados com etanol é investigado. Flocos de soja foram extraídos com hexano, os flocos desengordurados molhados com hexano foram lavados com o azeótropo de etanol-água por um período de contato de 5 minutos e então extraídos com etanol aquoso a uma temperatura de 62,5°C.

Tabela 1

Número do experimento	36	11	30	37	34
Razão etanol/água	60/40	70/30	70/30	70/30	80/20
Velocidade de percolação ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)	24	15	11	19	29
Rendimento da extração (%)	28,7	24,7	24,4	25,0	23,5
Teor de proteína (% em matéria seca)	71,4	68,9	73,8	71,2	72,0
Rendimento de proteína (%)	89,3	88,7	93,7	90,0	95,1

O experimento usando a mistura etanol/água 70/30 foi realizado em triplicata. A tabela 1 mostra que a reprodutibilidade do experimento não é perfeita e a causa provável é o fato de que matéria prima de diferentes bateladas foi usada. Por outro lado, a tabela 1 mostra claramente que aumentando o teor de etanol da mistura de solvente de extração pode levar a um maior rendimento de proteína por causa da solubilidade reduzida da proteína. Este alto teor de etanol também leva a uma alta velocidade de percolação e pode causar uma pequena redução do rendimento da extração já que um baixo teor de água pode reduzir bem a solubilidade dos açúcares que estão sendo extraídos.

Exemplo 2

Neste exemplo, o efeito do período de contato durante o qual os flocos de sengordurados molhados com hexano são molhados com etanol é estudado em várias temperaturas de extração. A razão etanol/água foi de 70/30 em todos os experimentos.

Tabela 2

Número do experimento	14	12	13	10	30	28
Temperatura de extração ($^{\circ}\text{C}$)	55			62,5		
Período de contato (min)	0	5	10	0	5	10
Velocidade de percolação ($\text{m}^3/\text{m}^2.\text{h}$)	19	20	23	9	11	32
Rendimento da extração (%)	25,3	26,7	27,9	24,4	24,4	26,0
Teor de proteína (%)	70,3	72,7	68,1	68,5	73,8	74,4
Rendimento de Proteína (%)	98,9	91,7	84,6	87,7	93,7	94,9

A partir da tabela 2 fica claro que a velocidade de percolação aumenta quando o período de contato é aumentado, mas outros efeitos pa-

recem ser menos ambíguos e parecem depender da temperatura, mas a variabilidade do material de partida pode também ter tido participação no resultado.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para preparar um concentrado de proteína vegetal a partir de material vegetal oleaginoso contendo óleo de triglicerídeos, açúcares e proteína, o referido processo compreendendo as etapas de:

5 a) pré-tratar o material vegetal oleaginoso para abrir as células;
b) extrair o material vegetal oleaginoso pré-tratado resultante da etapa (a) em um primeiro extrator com um solvente apolar para produzir uma primeira micela contendo óleo e material vegetal desengordurado molhado com solvente;

10 c) por em contato o referido material vegetal desengordurado com etanol aquoso com uma concentração de etanol de pelo menos 80% em peso para substituir o solvente apolar pelo menos parcialmente com etanol e produzir uma segunda micela e material vegetal desengordurado molhado com etanol;

15 d) molhar o referido material vegetal desengordurado molhado com etanol, com etanol aquoso enquanto o referido material vegetal é transferido do referido primeiro extrator para um extrator final;

20 e) extrair o referido material vegetal no referido extrator final com uma corrente de etanol aquoso contendo 50 a 90% em peso de etanol para produzir uma terceira corrente de micelas contendo açúcares e um material proteináceo molhado com solvente;

f) dessolventizar o referido material proteináceo molhado com solvente para produzir um concentrado de proteína vegetal.

25 2. Processo de acordo com a reivindicação 1 em que o material vegetal oleaginoso compreende sementes oleosas que foram pelo menos parcialmente debulhadas antes de serem pré-tratadas na etapa a).

30 3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, em que o pré-tratamento da etapa a) é realizada por formação de flocos de material vegetal.

4. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou reivindicação 2, em que o pré-tratamento da etapa a) é realizado por prensagem mecânica

do material vegetal.

5. Processo de acordo com a reivindicação 4 em que o material vegetal que foi prensado mecanicamente é subsequentemente peletizado antes de ser extraído na etapa b).

5 6. Processo de acordo com quaisquer das reivindicações 1 a 5, em que o etanol aquoso usado para contactar o material vegetal desengordurado da etapa c) possui a composição do azeótropo etanol/água.

7. Processo de acordo com quaisquer das reivindicações 1 a 6, em que o material vegetal desengordurado molhado com etanol resultante da etapa c) é pelo menos parcialmente dessolventizado.

8. Processo de acordo com quaisquer das reivindicações 1 a 6 em que o material vegetal desengordurado molhado com etanol é pelo menos parcialmente dessolventizado pela exposição do mesmo a uma pressão sub-atmosférica.

15 9. Processo de acordo com as reivindicações 1-6 em que o material vegetal desengordurado molhado com etanol é pelo menos parcialmente dessolventizado por meios mecânicos.

10. Processo de acordo com quaisquer das reivindicações precedentes em que o material vegetal desengordurado molhado com etanol é molhado na etapa d) com parte da terceira micela que emerge do extrator final.

11. Processo de acordo com quaisquer das reivindicações 1 a 5, em que a terceira micela que emerge do extrator final é alimentada a um decantador fornecendo, assim, um sobrenadante claro e uma lama, sendo que a lama é usada para molhar o material vegetal desengordurado molhado com etanol da etapa d).

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes em que o material vegetal desengordurado molhado com etanol é molhado na etapa d) quando está sendo transportado do referido primeiro extrator para o referido extrator final.

13. Processo de acordo com a reivindicação 12, em que o material vegetal desengordurado molhado com etanol que está sendo molhado

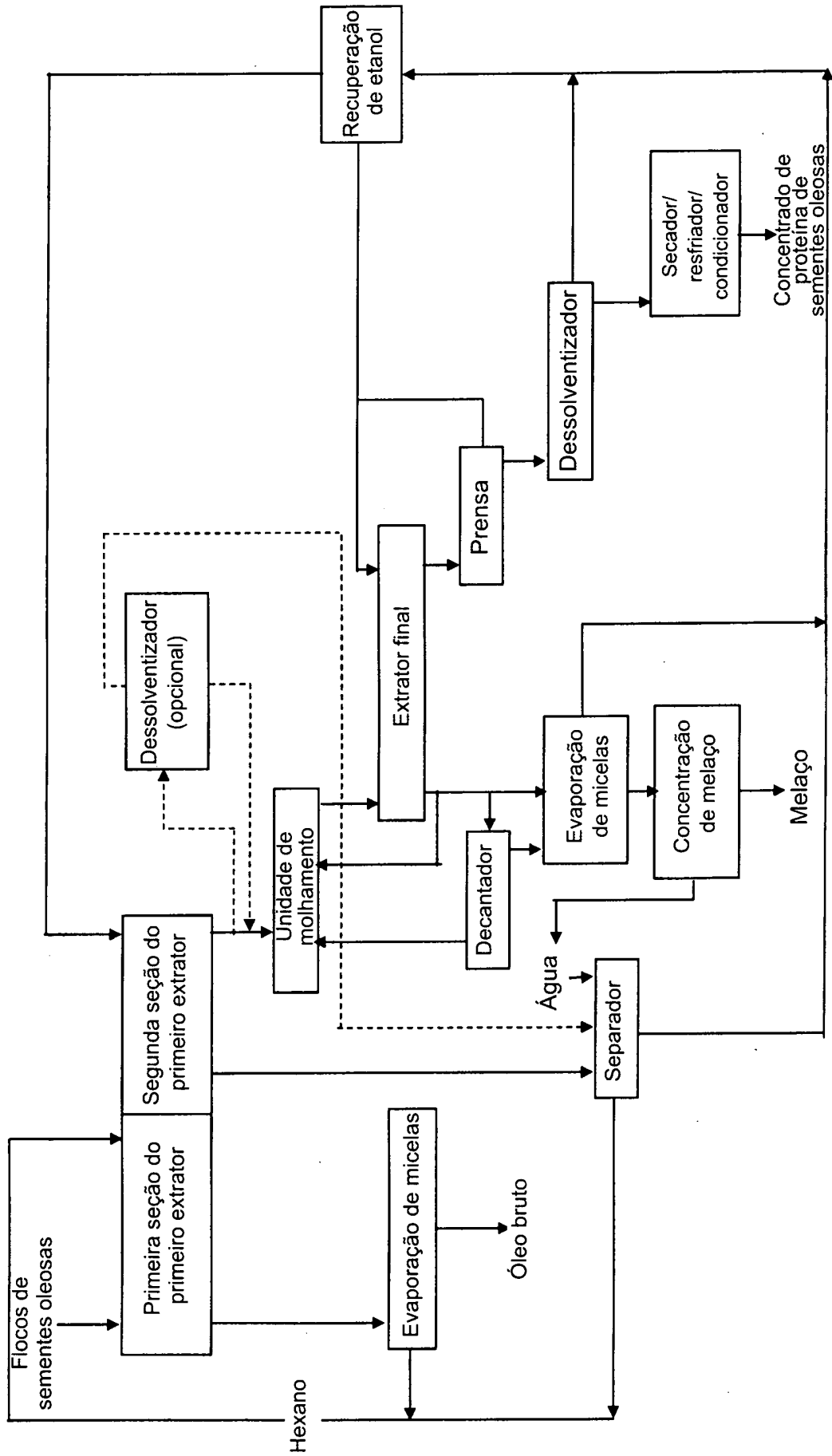
na etapa d) é aquecido enquanto está sendo transportado.

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes em que uma prensa é usada para reduzir o teor de solvente no material proteináceo molhado com solvente resultante da etapa e) e em que
- 5 a torta resultante da prensa é subsequentemente dessolventizada.

15. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes em que a etapa de dessolventização da etapa f) compreende um deslocamento pelo menos parcial do solvente presente no material proteínáceo molhado com solvente resultante da etapa e) por um solvente apolar
- 10 seguido por uma remoção por evaporação de quaisquer solventes presentes.

16. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes em que a dessolventização da etapa f) compreende um deslocamento pelo menos parcial do solvente presente no material proteináceo molhado com solvente resultante da etapa e) por etanol aquoso com uma
- 15 concentração de etanol de pelo menos 80% em peso seguido por uma remoção por evaporação de quaisquer solventes presentes.

17. Concentrado de proteína vegetal produzido por um processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 16.



RESUMO

Patente de Invenção: **"CONCENTRADO DE PROTEÍNA VEGETAL"**.

A presente invenção refere-se a um processo para preparar um concentrado de proteína vegetal a partir de material vegetal oleaginoso que
5 compreende as etapas de:

a) pré-tratar o material vegetal oleaginoso para abrir as células;

b) extrair o material vegetal pré-tratado em um primeiro extrator com um solvente apolar para produzir um material vegetal desengordurado molhado com solvente;

10 c) por em contato o material vegetal desengordurado com etanol aquoso com uma concentração de etanol de pelo menos 80% em peso para um material vegetal desengordurado molhado com etanol;

d) molhar o material vegetal desengordurado molhado com etanol, com etanol aquoso;

15 e) extrair o material vegetal num extrator final para produzir um material proteináceo molhado com solvente;

f) dessolventizar o referido material proteináceo molhado com solvente para produzir um concentrado de proteína vegetal.