



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

(11) PI 0709063-3 B1

(22) Data do Depósito: 21/03/2007

(45) Data de Concessão: 16/01/2018



(54) Título: MÉTODO PARA MODIFICAR UM PRODUTO VEGETAL DE RAIZ E COMPOSIÇÃO PARA USO NA REDUÇÃO DE FORMAÇÃO DE ACRILAMIDA NO REFERIDO PRODUTO

(51) Int.Cl.: A23L 1/214; A23B 7/03; A23B 7/155; A23L 1/216

(30) Prioridade Unionista: 21/03/2006 US 60/783,838

(73) Titular(es): MCCAIN FOODS LIMITED

(72) Inventor(es): MICHAEL SAHAGIAN

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MÉTODO PARA MODIFICAR UM PRODUTO VEGETAL DE RAIZ E COMPOSIÇÃO PARA USO NA REDUÇÃO DE FORMAÇÃO DE ACRILAMIDA NO REFERIDO PRODUTO**".

5 Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a composições enzimáticas e métodos para a modificação de superfície de produtos alimentícios vegetais de raiz. A invenção refere-se ainda a composições e a métodos para reduzir a acrilamida produzida pelo cozimento de produtos vegetais de raiz, tal como batata frita.

10 Antecedente da Invenção

A modificação de superfície de produtos vegetais de raiz, tal como batata frita, é importante para a modificação da química de superfície para a obtenção de propriedades desejáveis de coloração, textura e sabor. Os aminoácidos, os carboidratos e os lipídeos de superfície são alvos típicos para a modificação de superfície.

Uma área de interesse crescente é a modificação de aminoácidos de superfície para reduzir a formação de acrilamida em alimentos cozidos. Acredita-se que a acrilamida é gerada partindo dos componentes dos alimentos durante o tratamento térmico como um resultado da reação de Maillard entre os aminoácidos e os açúcares redutores. É considerado que muitos aminoácidos contribuem para a formação de acrilamida, com a asparagina sendo o contribuinte principal. Pesquisadores estão investigando as possibilidades de reduzir o conteúdo de acrilamida nos alimentos. Entretanto, há dificuldades em modificar a química de alimentos não-cozidos. É difícil ajustar as quantidades de compostos químicos que ocorrem naturalmente nos alimentos, particularmente quando os compostos químicos são aminoácidos, tal como asparagina, que são blocos de construção essenciais de plantas. Os aminoácidos são muito abundantes nas células e são montados em proteínas, que são responsáveis pela estrutura e pela função das células vegetais. É difícil obter alimentos que possuem química de aminoácidos modificada, mas que mantêm sabor, odor, coloração, textura e propriedades

químicas favoráveis.

Na crosta da batata frita, a acrilamida é formada na presença de asparagina e açúcar como parte da reação de Maillard durante o final da fritura. Várias estratégias de mitigação, tal como o uso de enzimas tal como asparaginase, foram relatadas no domínio público para reduzir a acrilamida no alimento, incluindo produtos de batata (ver, por exemplo, JP24283062A2, US20040265429A1, US2004058046A1, US20040081724). Entretanto, algumas destas estratégias enzimáticas não são eficientes na redução da acrilamida. Outras não são facilmente adaptadas a uma instalação comercial de plantas em que permanece uma necessidade de processar batata frita rapidamente e de forma econômica.

Sumário da Invenção

O presente inventor determinou que a introdução de enzima em um produto vegetal de raiz durante uma etapa de secagem permite a modificação de superfície do produto vegetal de raiz. Em um exemplo, a aplicação de asparaginase em um produto vegetal de raiz, tal como batata frita ou outros produtos de batata, durante a etapa de secagem causa um decréscimo significativo na formação de acrilamida no produto cozido.

Conseqüentemente, a presente invenção fornece um método de redução dos níveis de acrilamida em um produto vegetal de raiz que compreende o contato da asparaginase com o produto antes do final da preparação do produto, preferencialmente durante uma etapa de secagem. A invenção fornece ainda uma composição de aditivos para alimentos que compreende asparaginase e opcionalmente um veículo aquoso, em que a composição de aditivos para alimentos é útil para reduzir os níveis de acrilamida em um produto alimentício durante uma etapa de secagem.

Em relação à presente invenção, será observado que o sistema de fornecimento (etapa de contato) pode ser implementado de uma maneira simples que envolve o contato da superfície do produto diretamente com a enzima, por exemplo, através do revestimento com um processo tal como a aspersão do produto. Isto permite um tempo de aplicação curto. Ainda, a atividade enzimática ocorre durante a secagem de fabricação padronizada

(dois processos podem ocorrer em uma etapa). A invenção é facilmente adaptada em um processo de fabricação preexistente real. A invenção funciona também na presença de glicose e glicina de forma que em adição à redução da acrilamida, permite que a coloração seja ajustada. Uma modalidade da invenção refere-se a um método de modificação de um produto vegetal de raiz que compreende:

o contato da superfície do produto vegetal de raiz com uma quantidade eficiente de enzima para modificar a superfície do vegetal de raiz;

a secagem do produto vegetal de raiz durante o contato da superfície com a enzima.

As etapas de contato e de secagem são opcionalmente parcialmente simultâneos ou totalmente simultâneos. A enzima é opcionalmente colocada em contato com a superfície através do revestimento, tal como aspersão, da enzima sobre a superfície. O processo é contínuo e não é necessário qualquer período de tempo de retenção após o revestimento com a enzima. A enzima é opcionalmente revestida imediatamente antes (isto é, menos de: 5 segundos, 3 segundos ou um segundo antes) ou durante a etapa de secagem. A imersão é opcionalmente utilizada ao invés do revestimento. A etapa de secagem ocorre opcionalmente através da secagem com ar em uma secadora.

O produto vegetal de raiz compreende um produto de batata, opcionalmente batata frita. A enzima compreende opcionalmente pectina metilesterase (por exemplo, enzima pectolítica), glicose oxidase, lipase. A enzima compreende opcionalmente uma enzima redutora de asparagina e a modificação compreende a redução de asparagina. A enzima compreende uma quantidade eficiente de asparaginase para reduzir a formação de acrilamida durante o aquecimento do produto vegetal de raiz (por exemplo, durante a preparação final do produto, tal como o cozimento final pelo usuário final). A enzima redutora de asparagina compreende opcionalmente uma enzima de desaminação. O método compreende ainda opcionalmente o contato do produto vegetal de raiz com uma quantidade eficiente de glicina para

reduzir a formação de acrilamida durante o aquecimento do produto vegetal de raiz. A enzima é opcionalmente colocada em contato com o produto após branquear o produto. A enzima é ainda opcionalmente colocada em contato com o produto após fritar o produto por igual. A asparaginase compreende

5 opcionalmente uma atividade entre 500 U/Kg até 25.000 U/Kg de batata. O produto vegetal de raiz é opcionalmente seco a uma temperatura entre 30°C - 65°C, opcionalmente, 30°C-50°C a uma umidade relativa entre 20%-80%. O produto vegetal de raiz é opcionalmente seco a uma temperatura e a uma umidade relativa para a obtenção de uma perda de peso entre 4-12%, op-

10 cionalmente 7% (processo típico de fritura de batata) ou 35% (processo de fritura-secagem-congelamento-fritura). O produto vegetal de raiz compreende opcionalmente produto de batata branqueada e o método compreende ainda opcionalmente a imersão do produto de batata em SAPP (ou o contato em um método de revestimento tal como aspensão) antes do contato do pro-

15 duto de batata com asparaginase. O produto vegetal de raiz compreende opcionalmente produto de batata branqueada e o método compreende ainda a imersão do produto de batata em uma solução de dextrose (ou o contato em um método de revestimento tal como aspensão) antes do contato do pro-

20 duto de batata com asparaginase. A glicina compreende opcionalmente entre 0,1% (p/p) e 1,0% (p/p) de glicina em peso, opcionalmente 0,5% de glicina em peso. A glicina e a asparaginase podem ser combinadas em uma única composição, se desejado.

A invenção refere-se ainda a uma composição para uso na redução da formação de acrilamida no produto vegetal de raiz, que compreende

25 de uma quantidade eficiente de asparaginase. O produto vegetal de raiz compreende opcionalmente o produto de batata e a asparaginase compreende uma atividade entre 500 U/Kg até 25.000 U/Kg de batata. A composição compreende opcionalmente água ou um tampão com um pH entre 5 e 7, opcionalmente 5,0, tal como um tampão de ácido cítrico (opcionalmente 20

30 mM) ou um tampão fosfato. A composição compreende ainda opcionalmente dextrose e glicina em quantidades eficientes para produzir coloração uniforme no produto cozido. A invenção refere-se ainda a uma composição para

uso na redução de acrilamida no produto vegetal de raiz (durante o aquecimento) opcionalmente enquanto controla a coloração, a composição compreendendo pelo menos duas de dextrose, glicina e asparaginase. A invenção refere-se ainda a uma composição que compreende pelo menos duas de dextrose, glicina e asparaginase para a preparação de uma composição para a redução de acrilamida e/ou para o controle da coloração. As composições mencionadas anteriormente são facilmente preparadas nas doses descritas neste pedido de patente e como exemplificado pelos exemplos (um versado na técnica reconheceria que a asparaginase, a glicina e/ou a dextrose pode ser facilmente aumentada ou diminuída, por exemplo, em 25% ou mais, comparada com as quantidades utilizadas nos exemplos).

Outras características e vantagens da presente invenção se tornarão evidentes partindo da descrição detalhada a seguir. Deve ser entendido, entretanto, que a descrição detalhada e os exemplos específicos, embora indiquem as modalidades preferidas da invenção, são fornecidos apenas com a finalidade de ilustração. Várias alterações e modificações dentro do espírito e do âmbito da invenção se tornarão evidentes para o versado na técnica partindo desta descrição detalhada.

Breve Descrição das Figuras

As modalidades da invenção serão descritas em relação às figuras em que:

figura 1: Nível de acrilamida após a imersão de tiras de batata branqueadas (800g) em uma solução de tampão de ácido cítrico contendo vários níveis de asparaginase durante 15 e 30 min a 40°C.

figura 2: Redução de acrilamida após o tratamento de superfície com várias concentrações de solução de asparaginase tampão e seca a 45°C durante 20 min utilizando uma secadora de bancada.

figura 3: Nível de acrilamida do produto tratado (2000 U/kg) como uma função de várias condições de secagem (temperatura e umidade).
Otimização dos parâmetros da etapa de secagem em relação à atividade da asparaginase.

figura 4: Nível de acrilamida do produto tratado (2000 U/Kg:

45°C, 70% de umidade relativa, 15 min) na presença de dextrose e dextrose/glicina. Produto processado até a coloração 65 Agtron.

Descrição Detalhada da Invenção

A invenção refere-se a composições e a métodos para a modifi-
5 cação de superfície de um produto vegetal de raiz através do contato da en-
zima com o produto vegetal de raiz durante uma etapa de secagem. A enzi-
ma é tipicamente administrada ao produto imediatamente antes ou durante a
etapa de secagem. O processo de aplicação é simples e compatível com
práticas de processamento de vegetais de raiz contínuas padronizadas que
10 operam a uma taxa de produção rápida. A enzima é facilmente aplicada utili-
zando tipos conhecidos de equipamento e o método utiliza temperatura de
secagem e condições de umidade definidas que são compatíveis com práti-
cas de processamento padronizadas. A capacidade de integrar facilmente a
presente invenção com uma etapa de secagem de processamento de vege-
15 tais de raiz tem valor significativo porque não requer uma etapa de incuba-
ção enzimática separada em que os produtos vegetais de raiz são retidos
enquanto a reação enzimática ocorre. Uma etapa de incubação separada
prolongada retardaria as taxas de produção, criaria um bloqueio e aumenta-
ria os custos de produção. Os custos de capital (equipamento) também seri-
20 am aumentados através da inserção de um tanque de retenção quando a
incubação ocorreria.

Em um exemplo, a asparaginase é aplicada a uma superfície de
produto vegetal de raiz, tal como a superfície de batata frita ou outros produ-
tos de batata, durante uma etapa de secagem e causa um decréscimo signi-
25 ficativo na formação de acrilamida no produto cozido. Neste exemplo, a mo-
dificação da superfície de um produto vegetal de raiz ou de um produto de
batata refere-se à modificação da química da superfície através da remoção
de asparagina. Além disso, na presença de uma outra estratégia de modifi-
cação da superfície para mitigar a acrilamida, tal como o tratamento com
30 glicina, a aplicação de asparaginase é muito eficiente e atua de forma sinér-
gica para reduzir a acrilamida.

Em outras modalidades, as enzimas úteis para a modificação de

superfície de vegetais de raiz incluem aquelas que alteram a textura da superfície (enzimas pectolíticas, tal como a pectina metilesterase para a desmetilação da pectina), a coloração (Glicose oxidase para oxidar a glicose) e que reduzem a captação de gorduras pelo produto (lipase para reduzir níveis de lipídeos). Tais enzimas são produzidas facilmente de forma recombinante de acordo com técnicas conhecidas na técnica e estão também disponíveis em fornecedores comerciais tais como Sigma Aldrich e Novozymes. Em alguns exemplos, a modificação da superfície de um produto vegetal de raiz ou de um produto de batata refere-se à modificação da química da superfície, por exemplo, através da remoção enzimática de um composto tal como asparagina, enquanto que em outros exemplos refere-se a modificações que alteram a estrutura de superfície física do vegetal de raiz.

Conseqüentemente, a presente invenção fornece um método de redução dos níveis de acrilamida em um produto alimentício que compreende o contato da asparaginase com o produto alimentício durante uma etapa de secagem antes da preparação final do produto. A asparaginase é tipicamente aplicada imediatamente antes ou durante a etapa de secagem. A etapa de contato e a etapa de secagem são opcional e completamente simultâneos (enzima aplicada ao mesmo tempo que o produto ou próximo ao fornecimento (entrada) à secadora e entra na etapa de secagem, tal como cinco segundos, três segundos ou um segundo ou menos antes da entrada na secadora ou um segundo ou menos após a entrada na secadora). Uma vantagem significativa da invenção é que a incubação com a asparaginase é integrada dentro do procedimento de processamento contínuo na etapa de secagem de forma que nenhuma etapa de retenção ou tanque de retenção seja requerido. Por exemplo, o produto vegetal de raiz pode ser continuamente conduzido diretamente partindo de um aparelho para branquear para uma secadora e a enzima é facilmente aplicada ao produto vegetal de raiz enquanto este está sendo transferido, em um ponto de tempo antes de entrar na secadora. Um período de retenção pode ser utilizado, por exemplo, se requerido por um sistema de fabricação. Um período de retenção não fornece tipicamente resultados superiores para a modificação de superfície,

tal como na redução de acrilamida, comparado com um processo que não utiliza período de retenção. O período de retenção também não causará danos ou afetará o processo de redução dos níveis de acrilamida em produtos vegetais de raiz cozidos. As etapas de incubação com enzima e de secagem podem, portanto, ser parcialmente simultâneos (por exemplo, a enzima é aplicada logo antes da etapa de secagem começar para permitir um período de retenção curto durante o qual a atividade da enzima progride durante um breve período de tempo antes da secagem, tal como mais de 30 segundos ou 45 segundos, mas tipicamente um minuto ou dois minutos ou menos antes do produto entrar na secadora). A enzima é opcionalmente aplicada logo após a etapa de secagem começar, tal como mais de um segundo até menos que aproximadamente um minuto após o produto entrar na secadora para permitir que a secagem comece antes do início da atividade da enzima.

A asparaginase é opcionalmente aplicada na batata frita ou em outro produto através do revestimento com uma técnica tal como a aspersão (por exemplo, a etapa de aplicação leva menos que um segundo). Nenhum tempo de retenção é necessário para os processos da invenção, mas, por exemplo, se necessário para o ajuste da fabricação, então, após a etapa de revestimento, a batata frita é opcionalmente retida, tal como durante um minuto ou menos antes da secagem. A atividade enzimática ocorre substancial e inteiramente durante a etapa de secagem (por exemplo, tipicamente pelo menos: 90%, 95%, 98% ou 99% da atividade enzimática ocorrem na secadora). A etapa de secagem compreende preferencialmente a secagem ativa dos produtos vegetais de raiz em ar através da aplicação de condições tais como calor e umidade aos produtos vegetais de raiz antes ou depois de terem sido fritos. Por exemplo, são tipicamente utilizadas temperaturas para a obtenção de pelo menos um nível razoável de atividade de asparaginase (por exemplo, um exemplo de um nível razoável de atividade de asparaginase é de pelo menos: 25%, 50%, 75%, 85% ou 95% do nível de atividade enzimática em T_{max}). As temperaturas são tipicamente de pelo menos: 25°C ou 30°C. As temperaturas máximas são menores que a temperatura em que a asparaginase é desnaturada e perde a atividade (por exemplo, 70°C ou me-

nos, mais tipicamente 65°C ou menos). A T_{max} da asparaginase é tipicamente de 30-50°C. Similarmente, para outras enzimas, a aplicação é opcionalmente através do revestimento e as temperaturas serão adequadas para a obtenção de um nível razoável de atividade (por exemplo, pelo menos: 25%,
5 50%, 75%, 85% ou 95% do nível de atividade em T_{max}) durante a secagem do produto, mas sem desnaturar a enzima. Outros parâmetros, tal como a pressão, também são aumentados ou diminuídos quando desejado. A secadora é opcionalmente uma secadora de impacto ou outra secadora convencional. A temperatura de secagem é opcionalmente coerente durante a etapa de secagem (isto é, a variação de temperatura é de 5°C ou menos). A
10 umidade relativa é também opcionalmente coerente durante a etapa de secagem e varia em 5% ou menos. A enzima é ainda tipicamente ativa quando o produto vegetal de raiz é removido da secadora (isto é, na saída da secadora). A enzima tipicamente fica inativa ou desnaturada quando as temperaturas do vegetal de raiz e do ar diminuem após sair da secadora (por exemplo, para a asparaginase, isto pode ocorrer quando as temperaturas ficam
15 abaixo de 30°C ou 20°C) ou quando o produto vegetal de raiz é frito por igual a temperaturas altas.

O termo "superfície" refere-se à camada externa do produto vegetal de raiz. A superfície de um vegetal de raiz é permeável aos fluidos e
20 permite a absorção de fluidos na superfície para dentro do vegetal. É pretendido que a parte do vegetal de raiz que entra em contato com o fluido absorvido seja incluída dentro do escopo do termo "superfície" quando é discutida a modificação de "superfície" neste pedido de patente. O termo "superfície"
25 "abrange o termo "superfície externa", que se refere à parte da superfície do vegetal de raiz que entra em contato com o ar. O termo superfície abrange ainda a "crosta" do produto vegetal de raiz, que, nos produtos de batata, tal como batata frita é uma camada de aproximadamente 0,5 mm de espessura. A maior parte da acrilamida se forma provavelmente nos produtos de
30 batata dentro de uma camada de 1 mm de profundidade, medida partindo da superfície externa para o interior. A superfície opcionalmente se estende 0,1 mm, 0,25 mm, 0,75 mm, 1,0 mm, 1,25 mm ou 1,50 mm de profundidade para

dentro do vegetal de raiz, medida partindo da superfície externa para o interior. A absorção será dependente das propriedades físicas do vegetal de raiz, do tempo de contato e da temperatura. Os vegetais de raiz são opcionalmente vegetais de raiz cortados, tais como através do corte de tiras de batata para fazer batata frita. No caso de produtos moldados ou extrudados à base de vegetais de raiz, tais como tortas de batata, a absorção de fluido e de enzima ocorrerá provavelmente mais profundamente partindo da superfície para dentro do produto vegetal de raiz comparada com aquela em produto vegetal de raiz em fatias como batata frita. Por exemplo, nos produtos moldados ou extrudados, a solução de enzima é tipicamente absorvida mais profundamente e para dentro de camadas de limite mais inferiores, se movendo em uma direção para o centro do produto, de forma que para o produto extrudado ou moldado, é pretendido que estas regiões sejam cobertas pelo termo "superfície". Por exemplo, a absorção pode ocorrer mais profundamente para dentro da superfície após o branqueamento excessivo de um produto para microondas em tiras extrudadas ou cortadas. A maior parte da formação de acrilamida ocorre na camada mais externa (isto é, na superfície externa) ou logo abaixo (por exemplo, tipicamente dentro de uma camada de 1,5 mm de profundidade ou menos medida partindo da parte externa do vegetal de raiz, tal como a batata, para o interior). Portanto, a invenção se direciona seletivamente à superfície do produto vegetal de raiz onde a maior parte da acrilamida é formada o que permite a redução rápida de asparagina e evita o desperdício de enzima.

Em um processo de extrusão, tipicamente os flocos seriam tratados com asparaginase durante a secagem. Com os produtos moldados, pedaços de batata seriam tratados durante a secagem, antes de serem misturados com outros ingredientes e moldados. Ambos os produtos são tipicamente fritos por igual, por exemplo, diretamente após a moldagem.

O termo "asparaginase" como utilizado aqui inclui a enzima asparaginase nativa, tal como uma enzima isolada ou recombinante (disponível comercialmente na Novozymes ou na Sigma-Aldrich) assim como derivados de asparaginase que também reduzem os níveis de asparaginas e de acri-

lamida. Os termos "pectina metilesterase", "glicose oxidase", "lipase" e "enzima pectolítica" incluem suas respectivas enzimas nativas, tal como enzima isolada ou recombinante (disponível comercialmente na Novozymes ou na Sigma-Aldrich) assim como derivados que também mantêm a atividade enzimática para redução de substrato como descrito aqui. Como um exemplo, os derivados de asparaginase incluem, por exemplo, polipeptídeos de asparaginase com deleções, inserções, truncamentos, substituições (por exemplo, substituições conservativas) ou outras modificações, que mantêm a capacidade de reagir enzimaticamente com a asparagina que é determinada em um ensaio padronizado conhecido na técnica para medir a clivagem enzimática da asparagina em ácido aspártico e amônia. Os derivados incluem ainda as moléculas nas quais os grupos amino livres foram derivatizados, por exemplo, para formar cloridratos de amina, grupos p-tolueno sulfonila, grupos carbobenzóxi, grupos t-butiloxicarbonila, grupos cloroacetila ou grupos formila. Os grupos carboxila livres podem ser derivatizados para formar sais, ésteres metílicos e etílicos ou outros tipos de ésteres ou hidrazidas. Os grupos hidroxila livres podem ser derivatizados para formar derivados de O-acila ou de O-alquila. Os derivados similares das outras enzimas mencionadas anteriormente também são úteis nos processos da invenção.

20 A administração ou a aplicação de enzima ao produto vegetal de raiz durante uma etapa de secagem antes da "preparação final do produto" significa que a enzima é colocada em contato com o produto vegetal de raiz em uma etapa de processamento de secagem que precede o cozimento ou a preparação final do produto para consumo pelo consumidor final.

25 A etapa de "contato" de um produto vegetal de raiz com a enzima pode incluir qualquer modo de administração que resulte em um produto vegetal de raiz com maiores níveis de enzima. A enzima é tipicamente colocada em contato com o produto vegetal de raiz durante o processamento ou a preparação do produto. A enzima pode ser adicionada em qualquer forma tal como através do revestimento do produto (por exemplo, "revestimento" inclui a aspensão do produto, a pulverização do produto ou outro método de aplicação da enzima na superfície que não inclua a imersão do produto em

30

líquido; observar que a superfície inteira do produto pode não ser necessariamente coberta através do processo de revestimento, mas o produto ainda será considerado revestido).

Podem ser utilizados outros métodos de adição de enzima, tal como a imersão (isto é, banhar ou encharcar) do produto imediatamente antes da secagem, mas a aspersão é tipicamente mais vantajosa. A aplicação bem-sucedida de enzimas no produto requer dosagem precisa, proximidade de enzima/substrato e condições externas controladas (temperatura, tempo, umidade e tempo de retenção antes da inativação da enzima). A presente invenção aplica preferencialmente uma técnica de revestimento que utiliza a aspersão para satisfazer um número destas condições para batata frita branqueada.

No processo de imersão, grandes quantidades de enzima são necessárias em relação à quantidade de produto por causa do grande volume de água no tanque de imersão. Ainda, a captação de enzima não será precisamente controlada porque o produto está em um grande volume de água em movimento. A captação de enzima é provavelmente variável e não há como saber quanta enzima está em contato com a superfície do produto durante a imersão ou após a imersão. A imersão também leva a gotas ou a depósitos de solução que se formam sobre o produto vegetal de raiz após a remoção da solução de imersão, enquanto que a aspersão produz um revestimento mais uniforme. Isto leva à incoerência nos valores de redução de acrilamida. Em um processo de produção contínuo de batata frita, a introdução em um tanque após o branqueamento não seria um pronto aperfeiçoamento em muitas plantas (ao contrário da introdução de uma barra de spray para a aspersão da solução de asparaginase, que não ocupa muito espaço e é facilmente instalada). A alteração da enzima residual no tanque também precisaria ser medida em tempo real para permitir uma nova dosagem acurada. O uso da aspersão na presente invenção, entretanto, resolve parte destas dificuldades através da aplicação da asparaginase diretamente na superfície do produto a uma dose ajustada por kg de produto, tal como por quilograma de tiras de batata para batata frita. A quantidade desejada de

enzima é aplicada na superfície do produto, ao contrário de um processo de imersão, em que parte da enzima entra em contato com o produto, mas a maior parte da enzima permanece não utilizada no tanque. Há uma vantagem significativa no custo e no controle de qualidade no fato de ter certeza de que a dose correta é coerentemente aplicada quando é necessária, isto é, na superfície de cada produto individual. A adição simples de um aparelho de aspersão antes da secadora torna a invenção economicamente e praticamente possível em uma fábrica. A maior limitação do método de imersão, conhecendo a concentração de enzima no aplicador, é evitada utilizando o método de revestimento desta invenção porque bateladas de enzima na concentração ajustada são preparadas com base na dose requerida e na taxa de produção. A quantidade de captação por cada parte de produto é coerente e conhecida.

A enzima pode ser adicionada em qualquer quantidade que seja suficiente para reduzir a acrilamida no produto acabado. Por exemplo, a asparaginase fica opcionalmente em uma solução aquosa para uso em uma quantidade que possui uma atividade na faixa de 500 U/Kg até 25.000 U/Kg de batata, mais preferencialmente, uma faixa de 500 U/Kg até 1000 U/Kg de batata. Preferencialmente, a enzima é adicionada em uma quantidade tal que a acrilamida é reduzida em pelo menos: 40%, 50%, 60% ou 75%.

A enzima pode ser colocada em contato com o produto vegetal de raiz na forma de um pó ou na forma de uma solução, tipicamente uma solução aquosa. Em uma modalidade, a asparaginase é preparada em uma solução de tampão adequada para a manutenção da atividade da asparaginase quando está em contato com o produto vegetal de raiz durante a etapa de secagem. A solução de asparaginase também pode conter outros ingredientes, por exemplo, compostos adicionais para a modificação de superfície, tal como glicina.

A presente invenção pode ser aplicada de forma geral a vegetais de raiz que se beneficiam da modificação de superfície, tais como produtos de batata que geram acrilamida após o cozimento, o aquecimento ou o processamento. Os produtos vegetais de raiz incluem produtos feitos partindo

de vegetais de raiz tais como batatas, inhame, cenouras e beterrabas. Os produtos vegetais de raiz fritos por igual mais comuns são feitos de batatas e a descrição a seguir refere-se primariamente a produtos de batata (tais como batata frita, fatias finíssimas de batata, batatas assadas no forno, rosti, batata em fatias crespas, torta de batata, batata palito). Será facilmente evidente que os parâmetros podem ser facilmente adaptados dependendo do tipo de variedade de batata utilizado, uma vez que variedades diferentes possuem teores diferentes de açúcares e outros sólidos. Será facilmente evidente que os métodos e os aparelhos para batata podem ser adaptados para outros vegetais de raiz. Geralmente, o produto alimentício será um alimento que é cozido a altas temperaturas tal como fritando, assando, grelhando, cozinhando em microondas ou tostando.

Conseqüentemente, a presente invenção fornece um método de redução dos níveis de acrilamida em um produto de batata que compreende:

- o fornecimento de um produto de batata parcialmente processado;
- o contato da asparaginase com o produto de batata parcialmente processado;
- a secagem do produto de batata parcialmente processado;
- opcionalmente cozinhando o produto de batata, em que os níveis de asparaginase no produto de batata cozido são menores quando comparados com os níveis em um produto similar que não foi tratado com asparaginase.

O termo "produto de batata parcialmente processado" significa que o produto de batata está em uma forma que não está pronta para a preparação final para consumo. O termo inclui produtos de batata que sofreram as etapas de processamento inicial tal como corte, branqueamento ou fritura por igual.

Tipicamente a asparaginase poderia ser aplicada após a etapa de branqueamento. É esperado que o branqueamento tenha um impacto positivo sobre a eficiência da enzima. Opcionalmente, o produto está em movimento durante toda a etapa de aplicação da enzima e/ou a etapa de

incubação com a enzima porque o processo da invenção pode ser facilmente integrado a processos comerciais existentes. Uma vantagem da presente invenção é que não há necessidade de uma etapa de repouso separada em que o produto é imerso em um banho enquanto a atividade da enzima ocorre até ser completada.

A asparaginase também poderia ser aplicada após a fritura por igual. Uma temperatura controlada de resfriamento e um componente de tempo de retenção são adicionados ao processo para uso da asparaginase após a fritura por igual.

Uma outra modalidade da invenção é uma composição de aditivo para alimentos que compreende asparaginase e um veículo e o uso da composição de aditivo para alimentos para reduzir os níveis de acrilamida em um produto alimentício. O veículo é tipicamente uma solução aquosa. A composição de aditivo para alimentos é opcionalmente uma composição de revestimento (por exemplo, uma composição de aspersão, uma composição em aerossol ou uma composição de pulverização). Outros tipos de composições também podem ser utilizados. Similarmente, outras modalidades da invenção incluem uma composição de aditivo para alimentos que compreende uma enzima descrita aqui e um veículo e o uso da composição de aditivo para alimentos para reduzir os níveis de substrato da enzima em um produto alimentício.

Em uma modalidade desta invenção, produtos vegetais de raiz crus, tais como batatas, são tipicamente submetidos a etapas preliminares que podem incluir um ou mais de lavagem, descascamento, corte e inspeção em relação a defeitos. Após as etapas preliminares, as batatas cruas são transformadas em produtos de batata (por exemplo, batatas cortadas) tal como batata frita produzida partindo de batatas fatiadas de acordo com métodos bem conhecidos. Um exemplo de um corte com tamanho adequado teria uma dimensão de corte transversal de aproximadamente 1,21 até 9,67 cm² (3/16 até 1,5 polegada quadrada) e retangular em cada um de largura e altura e possuindo várias combinações de comprimentos. Os métodos descritos aqui são também aplicáveis a outros cortes mais especiais, por exem-

plo, cortes em hélice, cortes em espiral, cortes enrugados, cortes em sanfo-
na, cortes em waffle, cortes em ripas, cortes em cubos, cunhas, lascas em
formato de moeda, fatias, batatas triangulares, cortes crescentes e muitos
5 outros formatos. Os métodos descritos aqui também são aplicáveis a produ-
tos moldados partindo de batatas, tais como pequenos pedaços, croquetes,
tortinhas quadradas e arredondadas e batatas picadas fritas tipicamente fei-
tas partindo de pedaços de batata e outros ingredientes misturados e mol-
dados para produzir produtos especiais de batata (subprodutos). Os compo-
nentes processados, tais como amidos são opcionalmente utilizados para
10 produzir uma massa que pode ser extrudada em vários formatos, tais como
tortas de batata. Assim, o termo "produtos de batata" refere-se a qualquer
um destes e outros formatos ou produtos cortados, moldados ou extrudados
partindo de batatas, aos quais o método é aplicado de forma útil. O termo
"produtos vegetais de raiz" refere-se similarmente a tais formatos ou produ-
15 tos cortados, moldados ou extrudados partindo de batatas, aos quais o mé-
todo é aplicado de forma útil. O termo "produtos de batata" é adicionalmente
definido abaixo como referência ao estágio de processamento dos produtos
de batata, tais como "produtos de batata branqueados" utilizados para se
referir a produtos de batata após terem sido branqueados, mas antes de se-
20 rem fritos por igual. Os produtos vegetais de raiz são preparados de uma
maneira similar.

As modalidades da presente invenção serão adicionalmente
descritas pelos exemplos utilizando produtos de batata. Os métodos e os
produtos descritos com produtos de batata são facilmente adaptados para
25 uso com produtos vegetais de raiz. Após as batatas serem descascadas,
cortadas e lavadas, os produtos de batata são tipicamente submetidos a
uma etapa de branqueamento para produzir um produto de batata branque-
ado. O branqueamento cozinha parcialmente os produtos de batata, auxilia o
controle de açúcares redutores e interrompe as ações enzimáticas que po-
dem causar alterações no sabor, na coloração e na textura. A etapa de
30 branqueamento consiste tipicamente do branqueamento dos produtos de
batata em água quente, vapor ou óleo de fritura durante um período de tem-

po curto. Em um exemplo de branqueamento, os produtos de batata (1,92 cm² (19/64 polegadas quadradas) são imersos em água a 65-85°C durante aproximadamente 5-20 minutos, tipicamente menos de 15 minutos. Os produtos vegetais de raiz branqueados são preparados de uma maneira similar.

5 Os produtos de batata branqueados são então opcionalmente submetidos a uma etapa de secagem pré-fritura para reduzir o teor de umidade. A secagem é opcionalmente feita em um forno com controle de calor e umidade. A etapa de secagem pré-fritura remove parte da umidade captura-
10 da etapa de branqueamento assim como a água no vegetal de raiz antes da etapa de fritura por igual para reduzir a absorção de óleo e a degradação do meio de fritura. Isto reduz a quantidade de tempo, de óleo e de tamanho de equipamento necessários para a etapa de fritura por igual.

Como citado anteriormente, a enzima é opcionalmente aplicada ao produto imediatamente antes ou durante a secagem. As condições de
15 secagem têm que produzir a remoção de umidade suficiente para secar o produto sem causar a formação de bolhas ou endurecimento da superfície. As condições de secagem têm que fornecer ainda condições de temperatura e de umidade relativa que forneçam atividade enzimática adequada sem desnaturar a enzima. Portanto, a invenção abrange métodos que utilizam
20 uma temperatura e uma umidade relativa adequadas para i) a secagem do produto vegetal de raiz e ii) a atividade enzimática para modificar a superfície do produto vegetal de raiz (por exemplo, um exemplo de um nível razoável de atividade de asparaginase é de pelo menos: 25%, 50%, 75%, 85% ou 95% do nível de atividade enzimática em T_{max}). Tipicamente, poderiam ser
25 utilizadas uma temperatura de ar aquecido aplicado e uma umidade relativa aplicada adequadas para i) a secagem do produto vegetal de raiz e ii) a atividade enzimática para modificar a superfície do produto vegetal de raiz. As variáveis para as condições de secagem são dependentes do tipo de secadora utilizada para esta etapa de secagem pré-fritura. Um exemplo de condi-
30 ções típicas de secagem incluiria batatas secas a 35-100°C, tipicamente 55°C a uma umidade relativa de aproximadamente 40-80%, tipicamente 75% durante aproximadamente 5-20 minutos, tipicamente 15 minutos. Outras

condições adequadas são descritas em mais detalhes nos exemplos abaixo, tal como a secagem a uma temperatura entre 45°C - 60°C a uma umidade relativa entre 40%-70%. Para batata frita, as tiras são opcionalmente secas a uma temperatura e a uma umidade relativa para a obtenção de uma perda de peso entre 6-8%, tipicamente de aproximadamente 7%. Uma secadora que mantém um produto durante 5-8 minutos utiliza tipicamente condições de secagem que são diferentes daquelas de uma secadora que mantém um produto durante 20 minutos com a finalidade de obter uma perda de peso resultante idêntica em ambas as secadoras. Uma unidade secadora menor requer mais calor e níveis menores de umidade comparados com os de uma secadora maior com a finalidade de obter a remoção adequada de umidade dentro de um certo período de tempo. Os produtos extrudados não são tipicamente secos após a extrusão, entretanto, os pedaços de batata são tipicamente secos antes da mistura e da extrusão. Após a etapa de secagem pré-fritura, os produtos de batata secos pré-fritura são então colocados em contato com óleo em uma etapa de fritura por igual para produzir um produto de batata frito por igual. A etapa de fritura por igual ou "fritura parcial" é o estágio de cozimento em que os produtos de batata são parcialmente cozidos em óleo. A etapa de fritura por igual inclui qualquer método de cozimento que cozinha parcialmente os produtos de batata em óleo, incluindo a imersão dos produtos de batata em óleo e a aspersão e o revestimento dos produtos de batata com óleo e o aquecimento a altas temperaturas. Na preparação de um produto para um restaurante de serviço de comida (isto é, para um produto de restaurante com serviço rápido) uma temperatura de fritura por igual adequada fica opcionalmente entre 170-200°C, mais preferencialmente 175-195°C e tipicamente 185°C. O tempo pode variar de 30-90 segundos, mais preferencialmente de 30-60 segundos, tipicamente 50 segundos. Outras condições de fritura por igual adequadas serão facilmente evidentes para os peritos na técnica. Outros vegetais de raiz fritos por igual são preparados de uma maneira similar.

Após a etapa de fritura por igual, os produtos de batata são opcionalmente então secos adicionalmente em uma etapa de secagem pós-

fritura para reduzir o teor de umidade em uma secadora pós-fritura (por exemplo, forno) com controle de calor e umidade. Esta etapa produz um produto de batata com reconstituição rápida capaz de ser cozido (fritura final) em 90 segundos ou menos, preferencialmente 60 segundos ou menos. Na
5 etapa de secagem pós-fritura, é necessária uma força de secagem para remover a umidade do produto porque o produto está ficando mais seco e possui um óleo revestindo proveniente da etapa de fritura por igual e opcionalmente uma película proveniente da etapa de secagem pré-fritura que cria uma barreira que reduz (impede) a remoção da umidade. O processo da invenção é também facilmente adaptado para um processo de produção de
10 batata frita em microondas.

Os produtos de batata são opcionalmente resfriados e congelados de uma maneira convencional em uma etapa de congelamento, por exemplo, através do resfriamento dos mesmos a uma temperatura de aproximadamente -5 até -20°C tal como em um freezer em esteira contínuo e um
15 túnel de congelamento. O produto congelado pode ser então embalado, armazenado e transportado. A etapa de congelamento pode ser eliminada para produtos que possuem vida útil longa ou para produtos que são pretendidos que sofram o cozimento final logo após a etapa de secagem pós-fritura.
20 O congelamento pode ser evitado e substituído pelo resfriamento para o que é chamado de "batata frita resfriada" ou "batata frita fresca".

Quando os produtos de batata estão prontos para consumo sofrem cozimento final, por exemplo, fritando, assando ou através de outras formas de aquecimento adequado, para cozinhar os produtos de batata em
25 uma condição adequada para consumo pelo consumidor final. As batatas fritas por igual recebem opcionalmente cozimento final partindo do estado congelado após a etapa de congelamento ou diretamente partindo da etapa de secagem pós-fritura. O produto congelado também pode ser descongelado antes da fritura de reconstituição para auxiliar a etapa de fritura reduzindo
30 adicionalmente os tempos de cozimento.

O tempo e a temperatura para o cozimento final dos produtos fritos por igual da presente invenção variarão dependendo, por exemplo, do

tipo do vegetal de raiz, da quantidade do vegetal de raiz, do formato e do teor de umidade.

Os métodos da invenção descritos aqui com batata frita são facilmente adaptados para uso com outros produtos de batata e produtos vegetais de raiz i) nos métodos de modificação da textura da superfície do produto através do contato do produto com uma enzima pectolítica, tal como pectina metilesterase (para a remoção de grupos metila da pectina), ii) nos métodos de modificação da coloração do produto através do contato do produto com glicose oxidase (para oxidar a glicose) e iii) nos métodos de redução da captação de gordura pelo produto através do contato do produto com lipase (para reduzir os níveis de lipídeos).

Exemplos

Os exemplos não-limitantes a seguir são ilustrativos da presente invenção.

15 1. Tiras de Batata Incubadas em Solução de Asparaginase

Materiais

As batatas fritas foram preparadas em um processo que simulava um processo de preparação de batatas fritas comercial. A preparação da asparaginase estoque era derivada da fermentação bacteriana e subsequentemente purificada para remover açúcares de baixo peso molecular, peptídeos e aminoácidos (25.000 U/g).

Procedimento:

Reação de Imersão

As batatas foram lavadas, descascadas e branqueadas. As tiras de batata branqueadas (1000 g) foram incubadas em soluções tampão e de tampão/enzima (6L). A reação enzimática foi realizada em um tampão de ácido cítrico a 20 mM, pH 5,0 em concentrações fornecendo atividades enzimáticas de 5000 U/Kg e 25.000 U/Kg de batata. Após o tampão ser ajustado, a enzima foi lentamente adicionada ao meio de reação e foi permitido que fosse misturada durante 3 min antes que as tiras fossem adicionadas. Foi permitido que a reação ocorresse durante 15, 30 ou 60 min a 40°C. Uma vez completada, a solução em excesso foi cuidadosamente removida e as

tiras foram adicionalmente processadas, através da secagem, da fritura por igual e do congelamento. O produto congelado recebeu a fritura final a 180°C durante 3 min.

Resultados e Discussão

5 A figura 1 mostra o nível de acrilamida em doses de enzima diferentes após 15 e 30 minutos de incubação. Independente da dose de enzima, não foi observada uma redução significativa no nível de acrilamida comparado com o da solução de tampão de controle após 15, 30 ou 60 (dados não-mostrados) minutos de incubação. Além disso, tempos de incubação longos no tampão de reação levaram a um sabor ácido indesejável. Partindo de um ponto de vista prático, tempos de incubação longos seriam também incompatíveis com os procedimentos de produção comerciais padronizados.

2. Aplicação na Superfície e Ativação da Asparaginase Durante a Secagem

15 A invenção fornece um processo em que a enzima foi aplicada diretamente na superfície da batata frita permitindo que a atividade ocorresse sob condições de secagem definidas.

Procedimento:

Aplicação na Superfície:

20 A enzima-estoque foi diluída para atingir uma faixa de atividades (5000 U/Kg até 1000 U/Kg de batata) em tampão de ácido cítrico, 20 mM, pH 5,0. As tiras branqueadas (1,0 Kg) foram imersas em 0,8% de SAPP, a água foi removida e sofreram aspersion com 16 gramas (correspondendo à captação de 1,5-2%) de solução de enzima/tampão (Nalgene, cat 24300200). Com os tratamentos descritos na figura 4, as tiras foram imersas em 0,8% de SAPP com 0,35-0,4 de dextrose ou 0,8% de SAPP com 0,1-0,15% de dextrose/0,5% de glicina antes da aplicação da asparaginase. A última aplicação foi processada para fornecer uma coloração final de 65 agtrons. Em todos os casos, foi gerado um controle através da aplicação da mesma quantidade de tampão de ácido cítrico a 1 kg de tiras de batata.

30 Condições de Secagem para Atividade:

 A enzima foi aplicada através da aspersion seguida por um repouso de um minuto, antes de prosseguir para o estágio de secagem do

processo, utilizando uma secadora de superfície de bancada ou uma secadora contínua industrial de zona dual. Quando a secadora de superfície de bancada é utilizada, as tiras são secas a 45°C durante 20 minutos. Uma faixa de temperaturas e parâmetros de umidade foi utilizada com a secadora industrial (45°C/40%, 45°C/70%, 60°C/40%, 60°C/70%). O tempo de retenção utilizado para cada condição foi ajustado para atingir a perda de peso requerida de 7%.

Resultados:

Efeito da Concentração de Superfície de Asparaginase

10 A avaliação da possibilidade de utilizar uma reação enzimática de superfície foi realizada através da aplicação/aspersão de soluções de enzima possuindo atividades de 5000 até 1000 U/Kg na superfície de tiras branqueadas antes da secagem. Estudos de incubação iniciais foram realizados utilizando uma secadora de superfície de bancada ajustada a 45°C
15 durante 20 minutos. A figura 2a mostra a porcentagem de redução de acrilamida (relativa ao tampão isoladamente), para cada concentração de dose, comparada com a das tiras borrifadas apenas com o tampão de ácido cítrico. Uma redução significativa na acrilamida, variando de 44% até 57,5% pode ser conseguida em um nível de dose tão baixo quanto 1000 U/Kg de batata
20 (figura 2a).

Para determinar as doses mais baixas úteis, foi realizada uma outra série de tratamentos em que a dose de asparaginase variava de 1000 até 100 U/Kg de batata. A figura 2b mostra a redução na acrilamida nestas doses de enzima, comparada com a das tiras de batata borrifadas apenas
25 com tampão. Utilizando esta técnica de aplicação, foi identificada como útil uma dose de 500 U/Kg de batata, fornecendo uma redução na acrilamida de 47%.

Condições de Secagem para Qualidade e Redução de Acrilamida:

30 Para aumentar a reação enzimática enquanto a qualidade do produto em uma escala industrial é mantida, os parâmetros de secagem/incubação foram variados. Foram estabelecidos parâmetros que atingem a perda de peso durante a etapa de secagem, enquanto criam também

condições de temperatura e de tempo desejáveis para a enzima. Como um exemplo de como determinar estes parâmetros, foi utilizada uma secadora industrial de zona dual, em que tanto a temperatura quanto a umidade podem ser ajustadas e mantidas. A figura 3 mostra os níveis diferentes de acrilamida para tiras tratadas com apenas tampão ou uma solução de asparaginase/tampão (2000 U/Kg de batata) secas em condições diferentes. O tempo de retenção na secadora foi variado para cada condição para atingir a porcentagem de perda de peso desejada. Como ilustrado na figura 3, a redução de acrilamida era dependente de dois fatores, temperatura e umidade e variava de 19 até 67%. Os parâmetros de secagem de 45°C à umidade relativa de 70% durante 14 minutos resultaram em uma redução substancial de 67% e na perda de peso alvo, mostrando que a aplicação da reação enzimática é útil em um processo de fabricação contínuo.

15 Processamento para Coloração Constante em Combinação com a Aplicação da Asparaginase

Em condições de processamento comercial típicas, a dextrose é adicionada na superfície de tiras de batata, para ajudar a atingir uma coloração de fritura final desejada. Para verificar que o tratamento com a asparaginase e a redução subsequente de acrilamida poderiam ser conseguidos na presença de dextrose, o tratamento de aplicação de enzima foi realizado após a imersão em uma solução de dextrose que fornece uma coloração de fritura final de 65 Agtron (0,4% com o tampão de reação; 0,35% na solução de enzima). As condições de secagem eram como as determinadas na figura 3 (45°C, 70 de umidade relativa). Como observado na figura 4, o tratamento de superfície com a asparaginase reduziu o nível de acrilamida quando processado até uma coloração específica, neste caso de 65 Agtron. Este resultado mostra que a aplicação da asparaginase descrita nesta invenção é compatível com os procedimentos de produção padronizados de batata frita. Os compostos podem ser facilmente ajustados para a obtenção de outras colorações, tais como entre 60-70 Agtron.

A coloração da batata frita e de outros vegetais de raiz é facilmente obtida e determinada, por exemplo, de acordo com o United States

Department of Agriculture Color Standard for Frozen French Fried Potatoes. De acordo com este padrão, a coloração e a aparência da batata frita são comparadas com uma tabela de coloração e aparência fornecida no Munsell Color Standards for Frozen French Fried Potatoes, Terceira Edição, 1972, 64-
5 1. Alternativamente, como exemplificado anteriormente, um dispositivo de medida de coloração tal como um dispositivo de Agtron é útil para medir a coloração do produto em uma escala de 0 até 100 com base, por exemplo, nas propriedades refletivas.

10 Glicina em Combinação com a Aplicação da Asparaginase Processada até uma Coloração Constante

Foi mostrado que um outro agente redutor de acrilamida, tal como a glicina, atuaria de forma sinérgica com a asparaginase. A glicina (0,5%) e a dextrose foram aplicadas nas tiras de batata através da imersão após o branqueamento. As tiras foram então submetidas subsequente-
15 à aplicação da asparaginase como descrito. A aplicação de tampão na superfície de tiras de batata tratadas com glicina diminuiu o nível de acrilamida substancialmente, comparadas com as tiras que não foram tratadas com glicina (figura 4). Quando a asparaginase foi aplicada, após o tratamento com glicina, uma redução adicional de ~ 30% na acrilamida foi conseguida
20 comparada com a das tiras tratadas apenas com dextrose. Isto mostra que a asparaginase e a glicina atuaram de uma maneira sinérgica quando reduziram a formação de acrilamida na batata frita. Os pedidos de patentes que descrevem de forma geral o uso de glicina para reduzir a acrilamida incluem:
25 WO 2005/025330, WO2005/018339, WO2004/075655, US2004/0109926 e US2005/0058757.

A presente invenção foi descrita em termos de modalidades particulares descobertas ou propostas pelos presentes inventores para compreender modos preferidos para a prática da invenção. Será considerado pelos peritos na técnica que, à luz da presente divulgação, várias modificações e
30 alterações podem ser feitas nas modalidades particulares exemplificadas sem sair do escopo pretendido da invenção. É pretendido que todas as tais modificações sejam incluídas dentro do escopo das reivindicações em ane-

xo.

Todas as publicações, as patentes e os pedidos de patentes são incorporados aqui por referência em sua totalidade até a mesma extensão como se cada publicação, patente ou pedido de patente individual tivesse sido especificamente e individualmente indicado como sendo incorporado por referência em sua totalidade.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para modificar um produto de vegetal de raiz, caracterizado pelo fato de que compreende:

5 contatar a superfície do produto de vegetal de raiz com uma quantidade eficaz de enzima asparaginase para modificar a superfície do vegetal de raiz;

 secar o produto de vegetal de raiz durante o contato da superfície com a enzima,

10 em que a etapa de contato e a etapa de secagem são parcialmente simultâneas ou totalmente simultâneas, e

 em que o produto de vegetal de raiz é um produto de batata, produto de batata doce, produto de inhame, produto de cenoura ou produto de beterraba.

15 2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as etapas de contato e de secagem são parcialmente simultâneas.

 3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as etapas de contato e de secagem são totalmente simultâneas.

20 4. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a enzima é contatada com a superfície revestindo a enzima sobre a superfície imediatamente antes, ou durante, a etapa de secagem.

25 5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a etapa de revestimento compreende pulverizar a enzima sobre a superfície imediatamente antes, ou durante, a etapa de secagem.

 6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a etapa de pulverização aplica enzima ao produto de vegetal de raiz em menos que um segundo e a etapa de contato continua após a pulverização.

30 7. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a enzima é contatada com a superfície por imersão imediatamente antes, ou durante, a etapa de secagem.

8. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a etapa de secagem ocorre por secagem ao ar em um secador.

5 9. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o produto de vegetal de raiz compreende batatas fritas.

10 10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que a modificação compreende redução de asparagina.

11. Método de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a enzima reduz asparagina e assim reduz a formação de acrilamida durante o aquecimento do produto de vegetal de raiz.

15 12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que compreende ainda contatar o produto de vegetal de raiz com uma quantidade eficaz de glicina para reduzir a formação de acrilamida durante o aquecimento do produto de vegetal de raiz.

20 13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que a enzima é contatada com o produto após branquear o produto.

14. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que a enzima é contatada com o produto após fritar o produto por igual.

25 15. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que a asparaginase compreende uma atividade entre 500 U/Kg a 25.000 U/Kg de batata.

30 16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizado pelo fato de que o produto de vegetal de raiz é seco a uma temperatura de ar aquecido aplicada e a uma umidade relativa aplicada adequada para i) secar o produto de vegetal de raiz e ii) atividade enzimática para modificar a superfície do produto de vegetal de raiz.

17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a

16, caracterizado pelo fato de que o produto de vegetal de raiz é seco a uma temperatura entre 30°C - 65°C e a uma umidade relativa entre 20% e 80%.

18. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, caracterizado pelo fato de que o produto de vegetal de raiz é seco a uma
5 temperatura e à umidade relativa para obter uma perda de peso entre 4 e 12%.

19. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que o produto de vegetal de raiz compreende o produto de batata branqueada e o método compreende ainda contatar o produto de batata com pirofosfato ácido de sódio (SAPP) antes de contatar o
10 produto de batata com asparaginase.

20. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo fato de que o produto de vegetal de raiz compreende o produto de batata branqueada e o método compreende ainda contatar o produto de batata com uma solução de dextrose antes de contatar o produto
15 de batata com asparaginase.

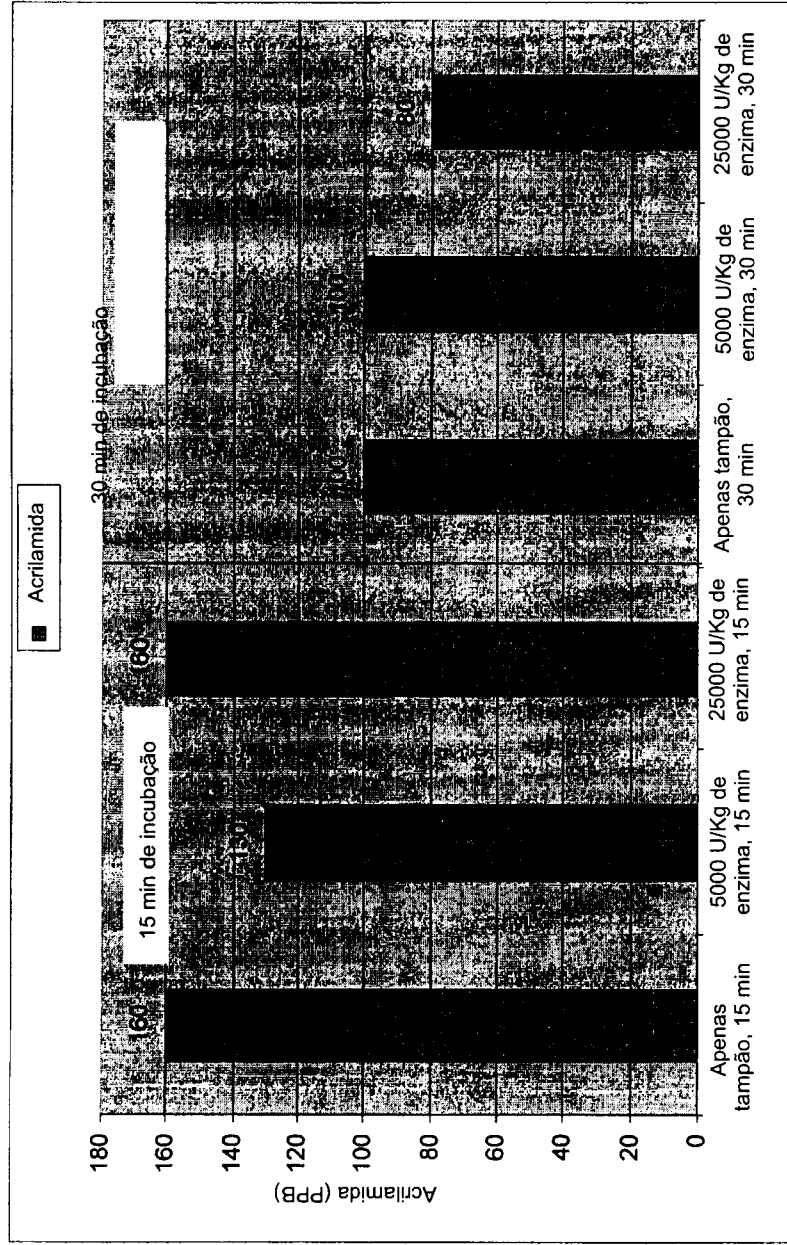
21. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que a glicina compreende entre 0,1% (p/p) e 1,0% (p/p), % de glicina, em peso, opcionalmente 0,5% de glicina, em peso.

22. Composição para uso na redução de formação de acrilamida em produto de batata, caracterizada pelo fato de que compreende asparaginase com uma atividade entre 500 U/Kg e 5.000 U/Kg de batata.
20

23. Composição de acordo com a reivindicação 22, caracterizada pelo fato de que compreende ainda um tampão com pH entre 5 e 7.

24. Composição de acordo com a reivindicação 23, caracterizada pelo fato de que compreende um tampão de ácido cítrico ou um tampão de fosfato.
25

Fig 1



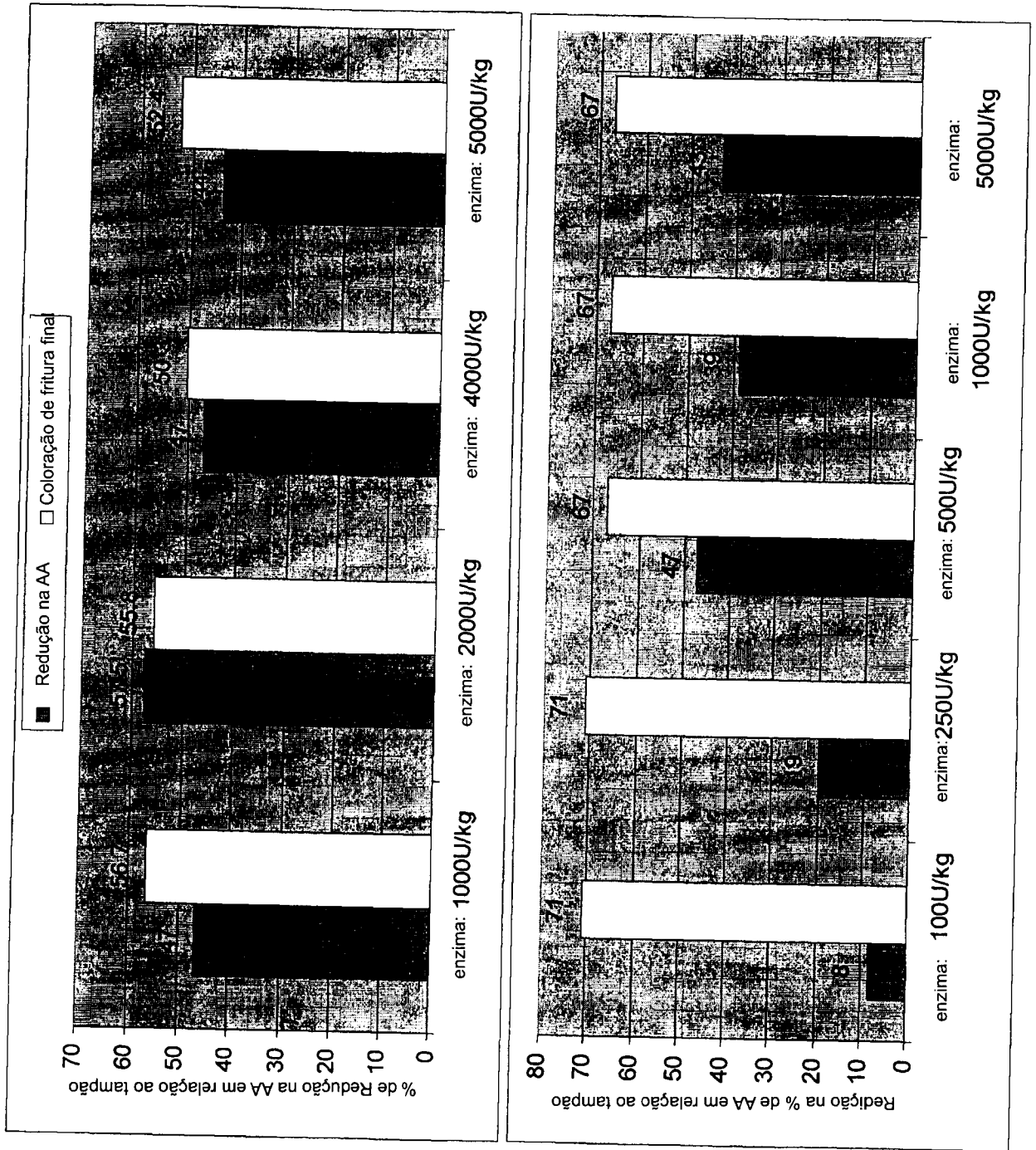


Fig 2

A

B

Fig 3

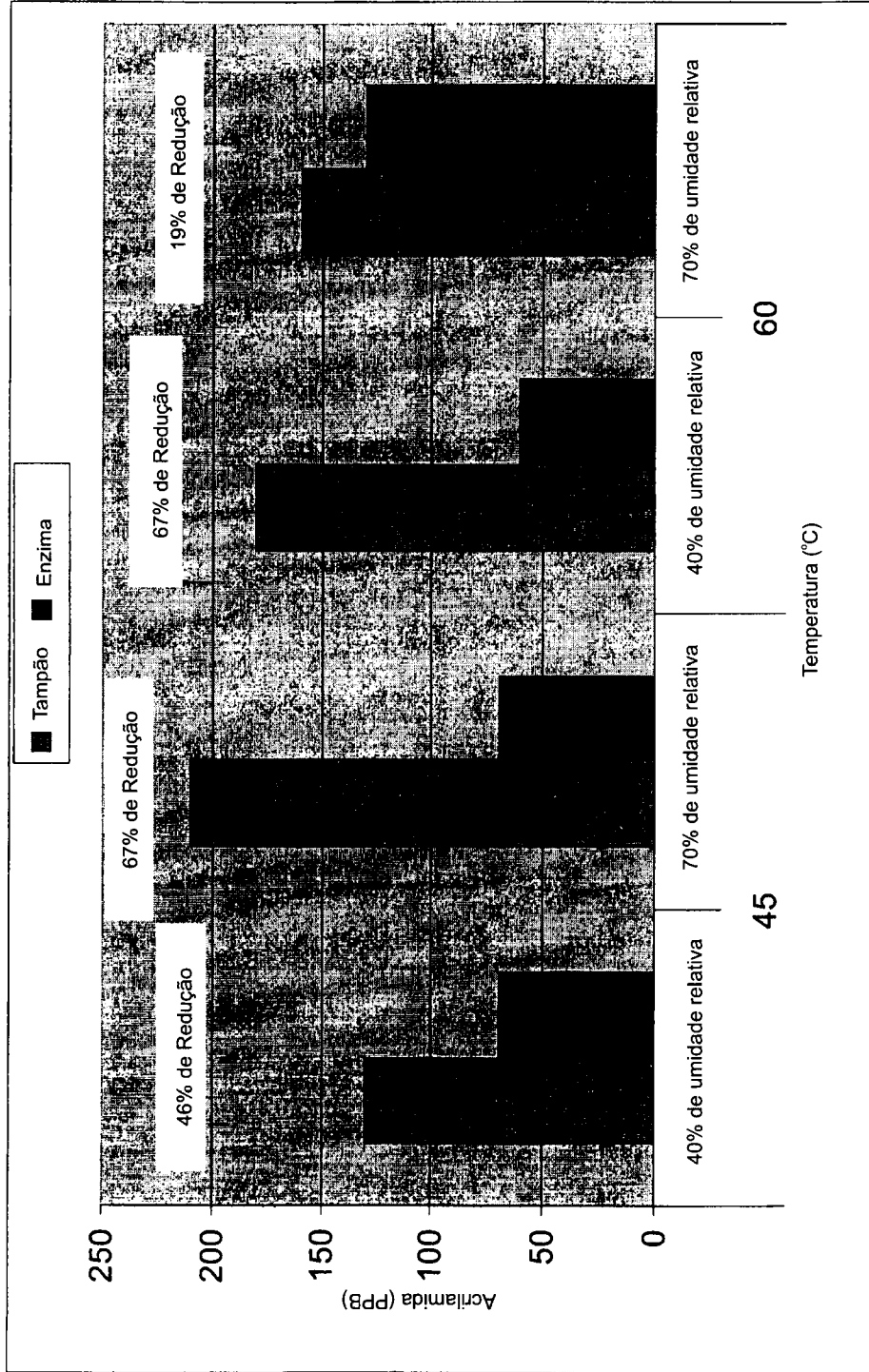


Fig 4

