



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102020026302-1 A2



(22) Data do Depósito: 21/12/2020

(43) Data da Publicação Nacional: 05/07/2022

(54) Título: PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL AZUL

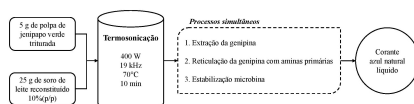
(51) Int. Cl.: C09B 61/00.

(52) CPC: C09B 61/00.

(71) Depositante(es): UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP.

(72) Inventor(es): ERIC KEVEN SILVA; MARIA ANGELA DE ALMEIDA MEIRELES PETENATE; MARIA ISABEL LANDIM NEVES; MONIQUE MARTINS STRIEDER.

(57) Resumo: PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL AZUL. A presente invenção se refere a um processo de produção de um corante natural, líquido e azul que se utiliza de tecnologia do ultrassom de alta intensidade assistida por uma fonte externa de calor em um curto tempo de processamento. O corante azul líquido tem aplicação em diversos produtos alimentícios



PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL AZUL**Campo da invenção**

[1] A presente invenção se refere a um processo de produção de um corante natural, líquido e azul utilizando a tecnologia do ultrassom de alta intensidade assistida por uma fonte externa de calor em um curto tempo de processamento.

[2] O corante azul líquido tem aplicação em diversos produtos alimentícios.

Fundamentos da invenção

[3] Um novo mercado consumidor, consciente e detentor de amplo acesso à informação por meio da internet, tem emergido nos últimos anos. A demanda por produtos inovadores obtidos a partir de processos verdes, livres de solventes tóxicos, formulados a partir de ingredientes naturais e funcionais, promotores de saúde e bem-estar humano, tem pressionado o setor produtivo mundial.

[4] Neste contexto, a utilização de corantes naturais como ingredientes na formulação de alimentos em substituição aos corantes sintéticos é um dos principais desafios da indústria em todo o mundo. A cor é o principal aspecto sensorial nos alimentos e um importante requisito para a escolha do consumidor. A perda da cor natural dos alimentos durante o processamento e armazenamento e a busca por produtos com aspecto mais atraente são fatores responsáveis pela utilização de aditivos corantes pela indústria alimentícia. Para esta finalidade, os corantes artificiais são preferidos por apresentarem maior estabilidade, poder de coloração e serem mais baratos que

os naturais.

[5] No entanto, nas últimas décadas a preocupação com os riscos potenciais dos corantes artificiais para a saúde humana tem crescido significativamente, o que tem levado a indústria alimentícia moderna a substituir esses tipos de aditivos por corantes naturais alternativos, que, além do poder de coloração, também podem fornecer propriedades funcionais aos produtos formulados. Por esse motivo, a obtenção de pigmentos naturais para uso como corantes naturais se tornou uma área de pesquisa emergente.

[6] Além disso, a valorização de matrizes vegetais brasileiras e subprodutos da indústria de alimentos tem sido de grande interesse para a produção de compostos corantes de valor agregado para uso em diversos segmentos, como nutracêutico e alimentício, sendo uma abordagem sustentável que permite atender a necessidades do setor produtivo e as demandas do mercado consumidor por corantes provenientes de pigmentos naturais.

[7] Corantes naturais de cores vermelho, amarelo e verde já são amplamente aplicados nos alimentos, porém, o azul ainda é o principal desafio para a indústria de corantes. As fontes naturais de corantes azuis, além de escassas, até então não fornecem um corante estável e com alto poder corante que possa substituir os sintéticos.

[8] Todavia, dentre as fontes vegetais precursoras de corante azul, o fruto brasileiro jenipapo (*Genipa Americana* L.) é atualmente a alternativa mais promissora. Esse fruto apresenta em sua composição a genipina, um iridoíde que ao interagir com aminas primárias forma um

composto de cor azul. Este complexo polimérico é altamente estável a variações de pH e temperaturas, permitindo sua ampla aplicação em produtos alimentícios. A obtenção do corante natural azul a partir da reticulação entre a genipina extraída da polpa de jenipapo e aminas primárias de diferentes fontes já é estabelecida.

[9] Porém o processo de obtenção do corante inclui a utilização de solventes tóxicos e diversas etapas, o que torna o processo longo e de alto custo.

[10] O jenipapo, fruto nativo do Brasil, é uma fonte promissora de genipina, um iridoide precursor da cor azul. A genipina, catalisada por oxigênio e calor, reage com aminas primárias produzindo complexos de cor azul. Extratos de jenipapo ricos em genipina têm sido obtidos utilizando solventes como metanol em água, etanol e água. Porém, para a produção do corante azul é necessária a adição de algum composto contendo grupos de aminas primárias para formação dos complexos azuis.

[11] NEVES et al. (2020) e STRIEDER et al. (2020) utilizaram leite como solvente para extrair a genipina de frutos verdes de jenipapo. Dessa forma, através de um processo assistido por ultrassom os autores obtiveram um corante azul pela simultânea extração e reação da genipina com as aminas primárias do leite. Porém, tratamentos térmicos ainda seriam necessários para a estabilização microbiológica desses corantes.

[12] Os processos empregados para obtenção dos extratos utilizando os solventes convencionais são dispendiosos pois envolvem mais de uma etapa e utilizam

alta pressão, enzimas, membranas de micro e ultrafiltração ou ainda podem não garantir uma extração eficiente por não fornecerem energia suficiente para extração da genipina, como a extração sólido-líquido assistida por agitação. Além disso, após a extração, nesses processos é ainda necessária uma etapa de remoção do solvente, tornando o processo ainda mais dispendioso.

[13] Em artigo científico de BUTLER (2003) intitulado "*Mechanism and kinetics of the crosslinking reaction between biopolymers containing primary amine groups and genipin*", avalia a reação de reticulação entre a genipina e grupos de aminas primárias, sugerindo a formação de pigmentos azuis brilhantes. A utilização de matérias-primas puras, o que torna o processo economicamente inviável quando comparado à presente invenção. É importante destacar que o precursor químico dos compostos azuis, a genipina, foi inserida no sistema de reação a partir de uma fonte previamente isolada. A presente invenção propõe a produção de um corante natural azul a partir da sua extração, reticulação e estabilização simultaneamente, por outro lado, o artigo avaliou apenas o processo de reticulação usando matérias-primas puras (genipina isolado e fontes de aminas primárias). O objetivo do artigo não foi obter um produto, mas apenas estudar os mecanismos de reação. A presente invenção integra três etapas de processo em uma única etapa, descrevendo, portanto, a obtenção de um novo corante natural azul para aplicação em alimentos. O corante é obtido a partir de matérias-primas acessíveis, sendo uma delas um subproduto industrial.

[14] Em artigo científico de RENARD (2014) intitulado "A REVIEW THROUGH RECOVERY, PURIFICATION AND IDENTIFICATION OF GENIPIN", o autor realiza análise dos diferentes métodos para extração/identificação de genipina a partir duas fontes distintas e menciona também faz menção a utilização de ultrassom assistido. Também cita a capacidade de formação de pigmento azul após reação com grupos de amins primárias. Mas sugerem que os extratos aquosos ou etanólicos de genipina e geniposídeo podem ser caracterizados como um corante azul, o que não é verdade, uma vez que a genipina é um precursor de compostos azuis e não um corante azul. Para a formação de compostos de coloração azul, a genipina deve ser reticulada com uma fonte de amins primárias. Embora essa reticulação possa ocorrer com as proteínas endógenas da polpa do fruto, o extrato obtido apresenta compostos azuis em um meio muito diluído. O documento apenas apresenta diferentes processos de extração da genipina, o precursor químico dos compostos azuis. Embora seja citado o uso da tecnologia de ultrassom, esta foi usada apenas para promover a extração da genipina em água ou etanol. Diferentemente, o corante obtido na presente invenção apresenta um azul intenso, pois utiliza de forma simultânea o soro de leite como solvente extrator e fonte de amins primárias para realização da reação de reticulação. A tecnologia de ultrassom, além de ser utilizada para extrair a genipina, também assiste sua reação de reticulação com as amins primárias do solvente (soro de leite) e ainda estabiliza micro biologicamente o corante azul obtido. Adicionalmente, a invenção proposta

utiliza o solvente para extração que também fornece as aminas primárias para a produção do corante (o soro de leite) para produção do corante azul.

[15] No artigo científico de SHAHEER (2014) intitulado "*EFFECT OF THERMAL AND THERMOSONICATION ON ANTHOCYANIN STABILITY IN JAMUN (EUGENIA JAMBOLANA) FRUIT JUICE*" é descrito a influência do ultrassom de alta intensidade, esterilização e pasteurização na estabilidade da antocianina e suco de Jamelão. Já é conhecido do estado da técnica que a coloração vermelha do jmelão é devido à presença de antocianinas, então, presume-se que tais técnicas irão influenciar diretamente na coloração do mesmo. Embora o documento demonstre que o processamento térmico convencional degrada as antocianinas do suco de jmelão em comparação à termossonicação, ainda assim o processo promoveu uma degradação de 21.9%. A intensificação do processamento do suco de jmelão utilizando a tecnologia do ultrassom de alta intensidade promove a degradação das antocianinas (o corante presente no suco). Contrariamente, a presente invenção mostra que a intensificação do processo de ultrassom assistido pelo calor favorece a formação dos compostos azuis, demonstrando que as abordagens de ambos os processos são opostas, uma vez que a intensificação do processo de sonicação por meio do uso de calor favorece a reação de reticulação da genipina com as aminas primárias do soro de leite.

[16] O estudo apresentado no artigo científico de TOUYAMA (1994) intitulado "*STUDIES ON THE BLUE PIGMENTS PRODUCED FROM GENIPIN AND METHYLAMINE. I. STRUCTURES OF*

THE BROWNISH-RED PIGMENTS, INTERMEDIATES LEADING TO THE BLUE PIGMENTS" se refere a formação de pigmento azul a partir da reação de genipina com metilamina (uma amina primária). A utilização de um aminoácido puro como fonte de aminas primárias inviabiliza economicamente o processo de produção do corante azul, pois torna-o dispendioso. O documento referido utiliza um aminoácido puro como fonte de aminas primárias, enquanto a presente invenção utiliza um subproduto da indústria queijeira. A presente invenção utiliza um subproduto industrial como fonte de aminas primárias e solvente extrator, tornando o processo mais acessível para o processamento em larga escala.

[17] Em artigo científico de SILVA (2014) intitulado "*DEVELOPMENT OF CASEIN MICROGELS FROM CROSS-LINKING OF CASEIN MICELLES BY GENIPIN*" menciona a reticulação entre micelas de caseína (proveniente do leite) e da genipina, e cita que o produto dessa reação exibe uma coloração azul. Para produção de um corante azul o processo proposto no artigo (reticulação da genipina pura com as micelas de caseína) seria economicamente inviável. O objetivo do artigo foi utilizar a reticulação da genipina com micelas de caseína para melhorar a estabilidade da última. A cor azul obtida neste documento não foi o objetivo da presente invenção. A presente invenção propõe a utilização de uma tecnologia que associa as energias acústica e térmica que favorece a produção de um corante natural azul com alto poder corante em um menor tempo de processo. Inclusive, utilizando matérias-primas de baixo custo.

[18] RAMOS-DE-LA-PENA *et al.* (2015) obtiveram o

extrato de genipina em água após 1 h e 15 min de processo mecânico assistido por enzima e energia acústica a frio. Associando três processos envolvendo extração sólido líquido assistida por um *blender*, processo assistido por ultrassom e ultrafiltração os autores obtiveram seu extrato em 36 min. Assim, esses processos tem um tempo de duração muito maior do que o proposto, uma vez que além do tempo já contabilizado para obtenção do extrato, o tempo para a formação dos complexos azuis e para estabilização ainda teria que ser acrescido.

[19] Em artigo científico de RAMOS-DE-LA-PENA et al. (2013) intitulado "*ENVIRONMENTAL FRIENDLY COLD-MECHANICAL /SONIC ENZYMATIC ASSISTED EXTRACTION OF GENIPIN FROM GENIPAP (Genipa americana)*" há a descrição de um processo que utiliza ultrassom com enzimas para a extração da genipina. O documento propõe a extração de genipina pura assistida por enzima, o que inviabiliza economicamente o processo. Ainda, após a extração do composto há a separação deste das pectinas e proteínas através de processo enzimático. Diferentemente, a presente invenção propõe a obtenção de um corante azul, resultado da reticulação da genipina com aminas primárias provenientes do solvente empregado no processo (soro de leite). Em uma única etapa, foi possível obter um corante natural azul com alto poder corante e estabilizado no ponto de vista microbiológico.

[20] Os atuais processos de obtenção do corante são realizados em várias etapas, o que demanda um longo tempo de processamento. Estas etapas incluem a extração da genipina utilizando diversos solventes tóxicos, etanol e

água, evaporação do solvente, adição de fonte de amina primária como aminoácidos, peptídeos, proteínas e outros, reação do extrato purificado com diversas fontes de amina primária na presença de oxigênio e calor para acelerar a reticulação, dentre outras etapas. Além disso, a utilização de aminas primárias a partir de fontes isoladas, como peptídeos e aminoácidos, eleva o custo de obtenção do corante bem como a utilização de solventes tóxicos pode deixar resíduos no produto.

[21] Assim, o processo da presente invenção apresenta a vantagem de utilizar o soro de leite como solvente e fonte de aminas primárias para reagir com a genipina extraída e formar o corante azul. Assim, a invenção proposta utiliza um processo de termossonicação que associa uma fonte de calor à cavitação acústica provida por um sistema ultrasônico do tipo sonda. A partir desse processo é possível extrair, favorecer a reação da genipina com as proteínas do soro e ainda promover a estabilidade microbiológica do corante. Esse processo é de fácil operação e acaba sendo menos dispendioso. O tempo de processamento é outra vantagem da invenção proposta, em apenas 10 min um corante natural azul estabilizado pronto para aplicação é produzido. O corante natural azul pode ser aplicado nos mais diversos produtos alimentícios tais como iogurte, bebidas lácteas, sorvetes, cremes, chantilly, queijos, produtos de confeitaria, doces, bolos, pães, massas alimentícias, entre outros.

Breve descrição da invenção

[22] A presente invenção se refere a um processo de

produção de um corante natural, líquido e azul utilizando a tecnologia do ultrassom de alta intensidade assistida por uma fonte externa de calor em um curto tempo de processamento.

[23] O processo de produção de um corante natural, líquido e azul que compreende as seguintes etapas:

1. trituração da polpa do fruto de jenipapo verdes;
2. reconstituição do soro de leite em água deionizada na proporção 1:9 em massa, ou seja, 10 g de soro em 90 g de água;
3. adição de polpa de jenipapo triturada e de soro de leite reconstituído na proporção de 1:5 em massa, ou seja, 5 g de polpa em 25 g de soro reconstituído;
4. aplicar a mistura obtida em (3) ao campo acústico por sonda ultrassônica de 13 mm de diâmetro operando a 19 kHz e 400 W de potência nominal, equivalente à uma potência acústica de 20 ± 1 W e intensidade de 15 ± 1 W/cm², a temperatura de 70°C por 10 min;
5. filtração da biomassa, preferencialmente por filtração mecânica com filtro de *nylon*; e
6. obtenção do corante natural azul.

Breve descrição das figuras

[24] A Figura 1 apresenta fluxograma do processo de extração, reticulação e estabilização para obtenção de corante natural azul em uma única etapa. Nota-se que em uma única etapa, o corante é obtido.

[25] A Figura 2 apresenta o aspecto visual do corante

azul obtido pelo processo inventivo em questão. Os registros fotográficos foram realizados logo após o processo de produção do corante. Os corantes foram diluídos em água destilada mantendo-se um volume final de solução de 5 mL. Na Figura, A) é o corante puro, B) na diluição de 1:5, C) na diluição de 1:10 e por último, D) 1:100.

Descrição detalhada da invenção

[26] A presente invenção se refere a um processo de produção de um corante natural, líquido e azul utilizando a tecnologia do ultrassom de alta intensidade assistida por uma fonte externa de calor em um curto tempo de processamento.

[27] O processo de produção de um corante natural, líquido e azul que compreende as seguintes etapas:

1. trituração da polpa do fruto de jenipapo verdes;
2. reconstituição do soro de leite em água deionizada na proporção 1:9 em massa, ou seja, 10 g de soro em 90 g de água;
3. adição de polpa de jenipapo triturada e de soro de leite reconstituído na proporção de 1:5 em massa, ou seja, 5 g de polpa em 25 g de soro reconstituído;
4. aplicar a mistura obtida em (3) ao campo acústico por sonda ultrassônica de 13 mm de diâmetro operando a 19 kHz e 400 W de potência nominal, equivalente à uma potência acústica de 20 ± 1 W e intensidade de 15 ± 1 W/cm², a temperatura de 70°C por 10 min;
5. filtração da biomassa, preferencialmente por

filtração mecânica com filtro de nylon; e
6. obtenção do corante natural azul.

[28] A genipina é obtida a partir da polpa de frutos verdes de jenipapo (*Genipa americana* L.). O soro de leite, um subproduto da indústria de processamento de queijo, é utilizado como solvente e fonte de amins primárias. A aplicação das energias acústica e térmica promove simultaneamente a extração da genipina, sua reticulação com as proteínas do soro e a estabilização microbiana do corante natural azul.

[29] Os frutos de jenipapo verdes foram descascados e a polpa foi triturada utilizando um processador mecânico para fragmentação dos tecidos vegetais. O soro de leite foi reconstituído em água deionizada na proporção de 10 g de soro em pó para 100 g de soro reconstituído. O sistema de extração foi constituído de 5 g de polpa de jenipapo triturada e 25 g de soro de leite reconstituído. Uma sonda ultrassônica de 13 mm de diâmetro operando a 19 kHz e 400 W de potência nominal foi utilizada para geração do campo acústico. O processo foi realizado em um tudo tipo *Falcon* de 50 mL. A sonda foi mergulhada 20 mm na parte superior do sistema de extração. Um Becker de vidro encamisado foi utilizado para fornecer calor durante o processo. Um banho termostático de água acoplado ao Becker encamisado foi mantido a 70°C. Após o sistema (polpa de jenipapo + soro reconstituído) atingir a temperatura do banho, a aplicação do campo acústico foi iniciada. O tempo de processamento foi de 10 min. Após o processo, a biomassa de jenipapo foi separada do corante por filtração mecânica utilizando

filtro de nylon.

[30] O corante azul produzido pelo processo proposto foi condicionado em diferentes condições de pH (2 a 8) e não apresentou alteração na intensidade da cor. A estabilidade do corante em todas as faixas de pH possíveis de alimentos conjectura o seu amplo leque de aplicações. Desde alimentos muito ácidos a básicos podem ser enriquecidos sensorialmente com o corante azul produzido.

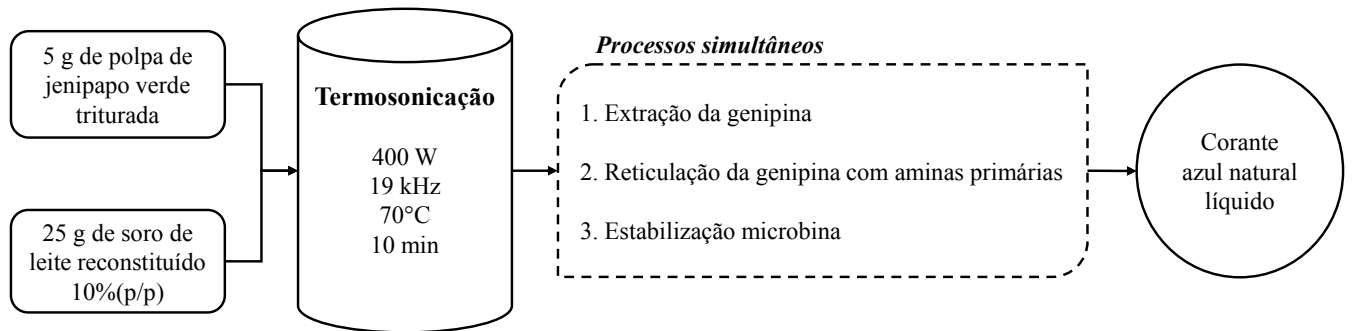
[31] O corante também foi condicionado por 30 minutos à temperatura de 100 °C e sua coloração não apresentou degradação. O que nos permite concluir que o corante pode ser aplicado em matrizes alimentícias que passarão por processos de esterilização comercial sem comprometer a coloração do produto final.

[32] Em algumas matrizes alimentícias o corante foi aplicado na concentração de 1 g/100g de produto. Os alimentos foram: *beijinho*, *muffin* e *chantilly*. O corante azul foi aplicado no início de sua formulação. Os produtos apresentaram no final a coloração azul esperada. Este teste mostrou que o corante pode ser aplicado em diferentes tipos de matrizes, apresentando-se solúvel e de fácil incorporação em todas as matrizes testadas.

[33] Por fim, podemos concluir que o corante natural azul pode ser aplicado nos mais diversos produtos alimentícios tais como iogurte, bebidas lácteas, sorvetes, cremes, *chantilly*, queijos, produtos de confeitaria, doces, bolos, pães, massas alimentícias, entre outros.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de produção de um corante natural azul **caracterizado por** compreender as etapas:
 1. trituração da polpa do fruto de jenipapo verdes;
 2. reconstituição do soro de leite em água deionizada na proporção 1:9 em massa;
 3. adição de polpa de jenipapo triturada e de soro de leite reconstituído na proporção de 1:5 em massa;
 4. aplicar a mistura obtida em (3) ao campo acústico equivalente à uma potência acústica de 20 ± 1 W e intensidade de 15 ± 1 W/cm², a temperatura de 70°C por 10 min;
 5. filtração da biomassa, por filtração mecânica com filtro de nylon; e
 6. obtenção do corante natural azul.

**Figura 1****Figura 2**

RESUMO

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL AZUL

A presente invenção se refere a um processo de produção de um corante natural, líquido e azul que se utiliza de tecnologia do ultrassom de alta intensidade assistida por uma fonte externa de calor em um curto tempo de processamento. O corante azul líquido tem aplicação em diversos produtos alimentícios.

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 13 2024 022680 0

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 46068425000133

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Instituição de Ensino e Pesquisa

Endereço: Cidade Universitária "Zeferino Vaz", Distrito de Barão Geraldo

Cidade: Campinas

Estado: SP

CEP: 13083-970

País: Brasil

Telefone:

Fax:

Email: invencoes@inova.unicamp.br

Dados do Pedido

Natureza Patente: 13 - Certificado de Adição (C)

Pedido Original: BR1020200263021

Título da Invenção ou Modelo de Utilidade (54): PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL AZUL

Resumo: O presente Certificado de Adição se refere a um processo de produção de um corante natural, líquido e azul que se utiliza um processo aprimorado a partir do crosslinking entre genipina, extraída de jenipapo, e os peptídeos do soro de leite. Este processo introduz etapas mais eficientes e também alinhadas com as práticas industriais escalonáveis no contexto da indústria brasileira. O corante azul líquido tem aplicação em diversos produtos alimentícios, cosméticos, fármacos e têxteis.

Figura a publicar: 1

Dados do Procurador

Procurador:

Nome ou Razão Social: Elisama Campelo Santos

Numero OAB:

Numero API:

CPF/CNPJ: 96763140215

Endereço: Ricardo Benetton Martins, S/N, Bosque das Plameiras

Cidade: Campinas

Estado: SP

CEP: 13086902

Telefone: 19 3521-5014

Fax:

Email: elisama.campelo@inova.unicamp.br

Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 2

Nome: ERIC KEVEN SILVA

CPF: 01635273692

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Endereço: Rua Monteiro Lobato, 80 - Cidade Universitária

Cidade: Campinas

Estado: SP

CEP: 13083-862

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email: ekeven@unicamp.br

Inventor 2 de 2

Nome: MONIQUE MARTINS STRIEDER

CPF: 03335521056

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Estudante de Pós Graduação

Endereço: Rua Pedro Zaccaria, 1300 - Jd. Santa Luiza

Cidade: Limeira

Estado: SP

CEP: 13484-350

País: BRASIL

Telefone:

Fax:

Email: monique_strieder@hotmail.com

Documentos anexados

Tipo Anexo	Nome
Relatório Descritivo	2009_RELATORIO DESCRITIVO_301024.pdf
Reivindicação	2009_REIVINDICACOES_301024.pdf
Desenho	2009_DESENHOS_301024.pdf
Resumo	2009_RESUMO_301024.pdf
Comprovante de pagamento de GRU 200	2009_NOVO DEPOSITO_(26)_PAGO.pdf
Procuração	Procuracao_Unicamp_INPI_052024.pdf

Acesso ao Patrimônio Genético

- Declaração Negativa de Acesso - Declaro que o objeto do presente pedido de patente de invenção não foi obtido em decorrência de acesso à amostra de componente do Patrimônio Genético Brasileiro, o acesso foi realizado antes de 30 de junho de 2000, ou não se aplica.

Declaração de veracidade

- Declaro, sob as penas da lei, que todas as informações acima prestadas são completas e verdadeiras.

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL AZUL

Certificado de adição da invenção BR102020026302-1,
depositada em 22 de dezembro de 2020.

Campo da invenção

[1] O presente certificado de adição refere-se a um processo aprimorado para a produção de corante azul natural a partir do *crosslinking* entre genipina, extraída de jenipapo e os peptídeos do soro de leite. Este processo é uma melhoria significativa em relação ao pedido de patente e introduz etapas eficientes e também alinhados com as práticas industriais escaláveis no contexto da indústria brasileira.

[2] A área de aplicação do presente certificado de adição engloba a indústria de produtos alimentícios, cosméticos, fármacos e têxteis.

Breve descrição da invenção

[3] O presente certificado de adição refere-se a um processo aprimorado para a produção de corante azul natural a partir do *crosslinking* entre genipina, extraída de jenipapo e os peptídeos do soro de leite. Este processo é uma melhoria significativa em relação ao pedido de patente BR102020026302-1, introduzindo métodos que são mais eficientes e também alinhados com as práticas industriais escaláveis no contexto da indústria brasileira.

[4] O processo de produção de um corante natural, líquido e azul compreende as seguintes etapas:

- Triturar e homogeneizar frutos imaturos e íntegros do jenipapo (*Genipa americana*), com soro

de leite em pó previamente reconstituído em água, em triturador profissional;

- Filtrar a mistura obtida na etapa anterior para a separação da biomassa vegetal triturada do líquido resultante da homogeneização.

- Aplicar tratamento térmico ao produto da filtração;

- Repetir o processo descrito por mais 2 ciclos, com a reutilização da biomassa residual do ciclo anterior como matéria-prima para cada novo ciclo para obter o corante azul;

Breve descrição das figuras

[5] A Figura 1 apresenta as etapas do processo sequencial de produção de corante natural azul utilizando resíduos do primeiro ciclo do processo como matéria prima para novos ciclos do processo.

[6] A Figura 2 apresenta o corante azul produzido pelo processo descrito nesta invenção. Observa-se, em (A), a cor intensa do corante obtido no primeiro ciclo do processo; em (B), o corante após a primeira diluição em água e, em (C), o corante após a segunda diluição em água.

Descrição detalhada da invenção

[7] O presente certificado de adição refere-se a um processo aprimorado para a produção de corante azul natural a partir do *crosslinking* entre genipina, extraída de jenipapo, e os peptídeos do soro de leite. Este processo é uma melhoria significativa em relação ao pedido de patente BR102020026302-1, introduzindo métodos que são mais eficientes e também alinhados com as práticas industriais

escaláveis no contexto da indústria brasileira.

[8] Adicionalmente, o aperfeiçoamento no presente processo é desenvolvido para garantir o máximo aproveitamento da matriz produtiva, onde os resíduos sólidos (biomassa de jenipapo processada) do processo inicial são reutilizados como matéria-prima para novos ciclos subsequentes. Assim, o resíduo gerado no primeiro ciclo do processo serve de insumo para um segundo ciclo e o resíduo do segundo ciclo é aproveitado em um terceiro ciclo. Em todas os ciclos, o corante azul produzido mantém as propriedades e características do corante inicial, garantindo consistência e qualidade do produto final. O corante natural azul pode ser aplicado na indústria alimentícia em geral, para a fabricação de iogurte, bebidas lácteas, sorvetes, cremes, chantilly, queijos, produtos de confeitaria, doces, bolos, pães, massas alimentícias, entre outros, bem como na indústria de cosméticos, fármacos e têxteis.

[9] O processo de produção de um corante natural, líquido e azul compreende as seguintes etapas:

(I) Triturar os frutos imaturos e íntegros do jenipapo (*Genipa americana*) em triturador profissional na proporção de 1:5 com soro de leite em pó previamente reconstituído em água, na proporção de 10% (m/m), até a homogeneização da mistura;

(II) Filtrar a mistura obtida na etapa (I) com filtro escolhido dentre aço inoxidável, nylon e poliéster, com aberturas entre 250 e 500 μm para a separação da biomassa vegetal triturada do líquido resultante da

homogeneização;

(III) Aplicar tratamento térmico entre 70 e 140 °C, preferencialmente de 95°C por 2 min ao produto da filtração obtido na etapa (II) para acelerar a cinética de reação entre a genipina e os peptídeos do soro de leite (beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbumina, albumina do soro bovino, imunoglobulinas e glicomacropéptídeos);

(IV) Repetir as etapas (I) a (III), com a reutilização da biomassa residual da etapa (II) como matéria-prima por mais dois ciclos ou enquanto houver extração de pigmento azul ao final de cada ciclo;

(V) Obter ao final de cada ciclo o corante natural azul.

[10] A relação em massa entre o soro do leite reconstituído e a matriz vegetal é mantida constante em todos os ciclos do processo.

Exemplo de concretização

[11] Os frutos imaturos e íntegros do jenipapo (*Genipa americana*) foram cortados em oito partes e adicionados em um triturador profissional (capacidade de 2 L e motor de 3,5 HP) juntamente com soro de leite em pó previamente reconstituído na proporção de 10%(m/m). A mistura foi triturada e homogeneizada a 50% da velocidade total, durante 2 minutos (I). Em sequência, a mistura foi filtrada utilizando um filtro de nylon para separação da biomassa vegetal triturada do líquido resultante da homogeneização (II). Foi realizado tratamento térmico de aproximadamente 95°C por 2 min, em equipamento de banho

termostaticado, utilizando-se óleo mineral como fluido de troca térmica (III), para acelerar a cinética de reação entre a genipina e os peptídeos do soro de leite (beta-lactoglobulina, alfa-lactoalbumina, albumina do soro bovino, imunoglobulinas e glicomacropéptidos). O ciclo foi repetido utilizando a biomassa residual como matéria-prima para novo ciclo de trituração e homogeneização, seguido da etapa de filtragem (IV). Novamente o ciclo foi repetido com a biomassa residual do segundo ciclo, configurando, portanto, um terceiro ciclo do processo (IV), obtendo-se ao final de cada ciclo, o corante natural azul (V).

[12] Em todas os três ciclos, a relação em massa entre o soro de leite reconstituído e a matriz vegetal foi mantida constante. Foram avaliadas as relações de 5 e 11. No entanto, ambas resultaram na mesma intensidade de coloração, não sendo possível distinguir os corantes obtidos em função das relações em massa utilizadas.

Condições para a produção do Corante Azul:

[13] As condições de ruptura da matriz vegetal utilizando o triturador profissional permitem o escalonamento do processo para um equipamento em escala industrial que apresente o mesmo princípio de funcionamento, ou seja, a aplicação de cisalhamento mecânico a alta velocidade para redução de tamanho da matriz vegetal do jenipapo. Alguns equipamentos industriais de fácil acesso que poderiam reproduzir os mesmos efeitos do *blender* em um aumento de escala:

- Moinhos coloidais: Estes equipamentos são amplamente utilizados na indústria de alimentos e farmacêutica para a redução do tamanho de partículas em suspensões líquidas, utilizando cisalhamento mecânico a alta velocidade. Eles são adequados para processar materiais vegetais como o jenipapo, garantindo uma homogeneização eficiente da matriz.
- Trituradores de facas rotativas (*Knife Mills*): Equipamentos de grande porte, que utilizam lâminas rotativas em alta velocidade para triturar materiais vegetais, como o jenipapo, em partículas menores. São frequentemente usados na indústria alimentícia para a preparação de polpas e outros derivados.
- Processadores de alimentos industriais (*Industrial food processors*): Funcionam de maneira similar aos *blenders* de menor escala, mas são projetados para manipular volumes muito maiores e aplicar maior força de cisalhamento. Estes são utilizados em uma ampla gama de aplicações, desde a preparação de purês até a produção de pastas vegetais.

[14] Esses equipamentos são projetados para operar em condições industriais e são acessíveis para a maioria das indústrias alimentícias, possibilitando a adaptação e escalonamento do processo de produção de corante azul natural com eficiência e consistência. Portanto, as condições descritas para a etapa de processamento da

polpa de jenipapo no *blender* podem ser adaptadas para uma ampla gama de condições.

[15] O tratamento térmico, aplicado após a etapa de filtragem para separação da biomassa do corante azul líquido em "processo de obtenção", pode ser realizado em diferentes binômios tempo-temperatura, pois a função dessa etapa é apenas acelerar a cinética de formação dos compostos de coloração azul. O calor catalisa a reação de *crosslinking* entre a genipina e os peptídeos do soro de leite. Tratamentos térmicos de 70 °C a 140 °C variando a tempo de processamento de segundos a minutos de processamento podem ser ajustados ao processo. Quanto maior a temperatura, menor o tempo de processamento, de modo a reduzir os impactos sobre a precipitação das proteínas do soro de leite.

[16] Para realizar tratamento térmico controlado entre 70 e 140 °C, que pode atuar como catalisador na formação do corante azul a partir do *crosslinking* entre genipina e soro de leite, os seguintes equipamentos industriais de fácil acesso podem ser utilizados:

- Autoclaves industriais: Autoclaves são amplamente utilizados para tratamento térmico controlado em uma faixa de temperatura de 70 a 140 °C. Eles permitem a aplicação de calor em diferentes tempos de processo com alta precisão e uniformidade, o que é ideal para processos que requerem controle estrito de temperatura e pressão. Estes equipamentos são comuns na indústria alimentícia para pasteurização, esterilização, e em processos de formação

de composições químicas.

- **Túnel de pasteurização:** Este equipamento permite o tratamento térmico contínuo de produtos em uma faixa de temperatura controlada. Os túneis de pasteurização são projetados para aquecer produtos a temperaturas específicas (geralmente entre 70 e 100 °C) e mantê-los aquecidos pelo tempo necessário antes de serem resfriados. Eles são ideais para o processamento de grandes volumes, garantindo consistência e controle preciso do tempo e da temperatura.

- **Reatores de aquecimento com agitação:** Reatores industriais equipados com sistemas de aquecimento e agitação permitem o controle preciso da temperatura e do tempo de processo. Esses reatores podem operar em temperaturas de até 140 °C e são ideais para processos em que a uniformidade de calor e a mistura contínua são cruciais, como na formação de corantes e outras reações químicas controladas.

- **Forno de convecção industrial:** Os fornos de convecção são amplamente utilizados na indústria para aquecer produtos de maneira uniforme. Eles permitem o tratamento térmico de matérias-primas em temperaturas específicas dentro da faixa desejada (70 a 140 °C) e podem ser usados para processos que necessitam de aquecimento por um período prolongado.

- **Trocadores de calor de placas:** Embora mais comumente utilizados para pasteurização e resfriamento, os trocadores de calor de placas podem ser ajustados para fornecer tratamento térmico controlado dentro da faixa de

temperatura especificada. Eles permitem aquecer rapidamente líquidos ou suspensões a temperaturas precisas, sendo uma opção eficiente para processos contínuos.

- Banhos de termostato (*Water Baths* e *Oil Baths*): Para processos que necessitam de um controle rigoroso da temperatura, os banhos de termostato (sejam de água ou óleo) são ideais. Eles permitem manter uma temperatura constante entre 70 e 140 °C e são comumente utilizados em laboratórios e indústrias para pequenos e médios volumes de processamento.

[17] Esses equipamentos são acessíveis e amplamente utilizados na indústria alimentícia e química, oferecendo a flexibilidade necessária para tratamentos térmicos precisos, que podem ser usados como catalisadores em processos de formação do corante azul natural.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de produção de corante natural azul **caracterizado por** compreender as seguintes etapas:

(I) Triturar os frutos imaturos e íntegros do jenipapo (*Genipa americana*) em triturador profissional na proporção de 1:5 com soro de leite em pó previamente reconstituído em água, na proporção de 10%(m/m), até a homogeneização da mistura;

(II) Filtrar a mistura obtida na etapa (I) com filtro escolhido dentre aço inoxidável, nylon e poliéster com aberturas entre 250 e 500 µm;

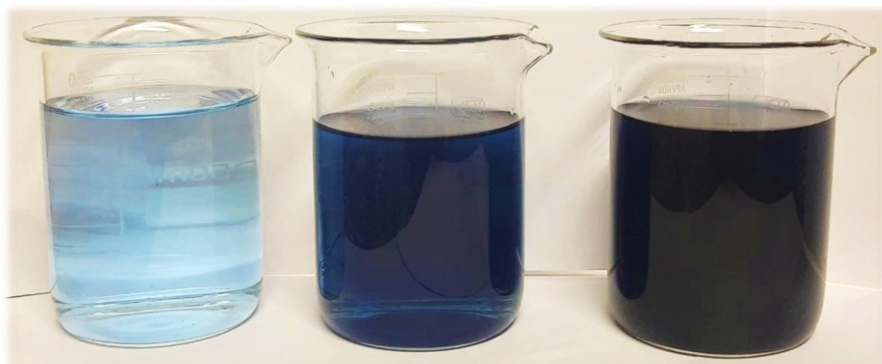
(III) Aplicar tratamento térmico de entre 70°C e 140 °C, preferencialmente 95°C, por 2 min, ao produto da filtração obtido na etapa (II);

(IV) Repetir as etapas (I) a (III), com a reutilização da biomassa residual da etapa (II) como matéria-prima, por mais dois ciclos ou enquanto houver extração de pigmento azul ao final de cada ciclo; e

(VI) Obter ao final de cada ciclo o corante natural azul.



Figura 1



(C)

(B)

(A)

Figura 2

RESUMO

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CORANTE NATURAL AZUL

O presente Certificado de Adição se refere a um processo de produção de um corante natural, líquido e azul que se utiliza um processo aprimorado a partir do *crosslinking* entre genipina, extraída de jenipapo, e os peptídeos do soro de leite. Este processo introduz etapas mais eficientes e também alinhadas com as práticas industriais escalonáveis no contexto da indústria brasileira. O corante azul líquido tem aplicação em diversos produtos alimentícios, cosméticos, fármacos e têxteis.