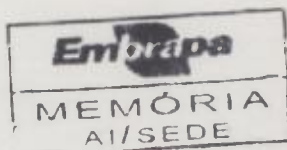


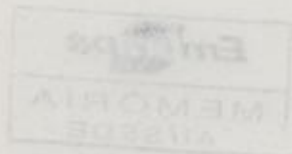
CORANTES DE BATATA DOCE ROXA PARA USO EM ALIMENTOS



CORANTES DE BATATA DOCE ROXA PARA USO EM ALIMENTOS

	CASCON, S.C. EMBRAPA-CTAA
	CARVALHO, M.P.M. EMBRAPA-CTAA
	MOURA, L.L. EMBRAPA-CTAA
	GUIMARÃES, I.S.S. EMBRAPA-CTAA
	PHILIP, T. EMBRAPA-CTAA





Editor: COMITÉ DE PUBLICAÇÃO

Endereço: Avenida das Américas, 29.501
23000 - Guaratiba - Rio de Janeiro - RJ

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro de
Tecnologia Agrícola e Alimentar, Rio de Janeiro, RJ.

Corantes de batata doce roxa para uso em alimentos,
por Seiva Cherdman Cascon e outros. Rio de Janeiro, 1984.

25 p. ilust. (EMBRAPA-CTAA. Boletim de Pesquisa, 9).

Colaboração de: Seiva Cherdman Cascon, Maria da Pie-
dade Monteiro de Carvalho, Layde Lannes Moura, Ismênia
S.S. Guimarães e Philip Thomas.

1. Corantes naturais – Batata doce roxa. 2. Alimentos
– Corantes naturais – Batata doce roxa. 3. Batata doce
roxa – Corantes. I. Cascon, Seiva Cherdman, colab. II. Car-
valho, Maria da Piedade Monteiro de, colab. III. Moura,
Layde Lannes, colab. IV. Guimarães, Ismênia S.S., colab.
V. Thomas, Philip, colab. VI. Título. VII. Série.

CDD - 664.07

© EMBRAPA, 1984

CORANTES DE BATATA DOCE ROXA PARA USO EM ALIMENTOS

RESUMO - Um processo de preparo de produtos corantes a partir da batata doce roxa, Ipomoea batatas, Lam., Convolvulaceae, de polpa roxa, foi desenvolvido visando seu emprego como aditivo corante em alimentos. Os produtos corantes resultaram da solubilização do amido, constituinte principal da batata doce, que se atingiu por meio de hidrólise ácida com ácidos minerais, como os ácidos clorídrico ou sulfúrico, ou por meio de hidrólises enzimáticas. Hidrólises ácidas seguidas de hidrólises enzimáticas com amiloglicosidase e hidrólises enzimáticas com α -amilase seguida de amiloglicosidase foram consideradas mais efetivas. Produtos concentrados líquidos viscosos de 72^o Brix e produtos em pó obtidos por liofilização e secagem por "spray" foram preparados, cujo teor em antocianinas foi de 0,24%, 0,15% e 0,12% respectivamente. Ensaio de intensidade de cor e conservação dos corantes em função do meio foram feitos. O processo de obtenção dos corantes de batata doce roxa, desenvolvido no CTAA, constitui-se em processo inovador tanto no que se refere à matéria prima empregada quanto ao processamento e um pedido de privilégio de inovação foi redigido para avaliação no INPI.

Termos para indexação: batata doce roxa, Ipomoea batatas Lam., Convolvulaceae, polpa roxa, corantes-alimentos, antocianinas, hidrólises, amido.

NATURAL COLORANTS FROM PURPLE SWEET POTATO FOR USE IN FOODS

ABSTRACT - A process was developed for preparing coloring matter from purple sweet potato, Ipomoea batatas, Lam. Convolvulaceae, for use as a natural color additive in foods. The colorants were prepared by the solubilization of starch, the major component of the roots, by acid and enzymic hidrolisis with amylases. Acid hidrolisis by mineral acids followed by hidrolisis with amyloglycosidase, and hidrolisis by alpha-amylase followed by amylo glycosidase were most effective. The solubilized purple sweet potatoes were concentrated under vacuum to 72^o Brix, freeze-dried and spray dried and had 0.24%, 0.15% and

0.12% anthocyanins respectively. The color strength and stability as a function of pH were studied. The process for preparing colorants from purple sweet potatoes developed by CTAA employs new technology and for this reason a patent grant is being requested from the Brazilian Patent Office - INPI.

Index Terms: purple sweet potatoes, *Ipomoea batatas* Lam., Convolvulaceae, food colorants, anthocyanins.

INTRODUÇÃO

Corantes naturais têm sido propostos para substituir, em alimentos, os corantes sintéticos cuja toxicidade tenha sido evidenciada.

A proibição do vermelho amaranço e de alguns corantes azuis, assim como uma restrição progressiva a que estão sujeitos muitos corantes sintéticos pelas legislações da FAO/OMS, FDA e Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde do Brasil, contribuíram para estimular a pesquisa de corantes naturais, não tóxicos, principalmente de origem vegetal.

Antocianinas são corantes hidrossolúveis que ocorrem com frequência em flores, frutos, raízes etc..., aos quais imprimem uma gama de cores que abrange do vermelho ao roxo e azul. São glicosídeos de antocianidinas, compostos polihidroxiflavílicos ou 2' arilbenzopirílicos de fórmula geral $Ar-CH_2-CO.CO-Ar'$. (Timberlake & Bridle 1967).

Em decorrência de sua estrutura eletrônica caracterizam-se, as antocianinas, por alterações de cor em função de mudanças de pH do meio, que resultam de modificações mesoméricas ou estruturais das antocianidinas (Jurd 1963).

Antocianinas são vermelhas em meio fortemente ácido quando formam os sais de pirílio, tornam-se incolores em meio fracamente ácido quando constituem as pseudo bases; encontram-se sob a forma de anidro bases violetas em pH de 6 a 8; passam a azuis com a elevação do pH e, a seguir tornam-se amarelas a pH de 12 a 14 quando formam as chalconas. (Fig. 1).

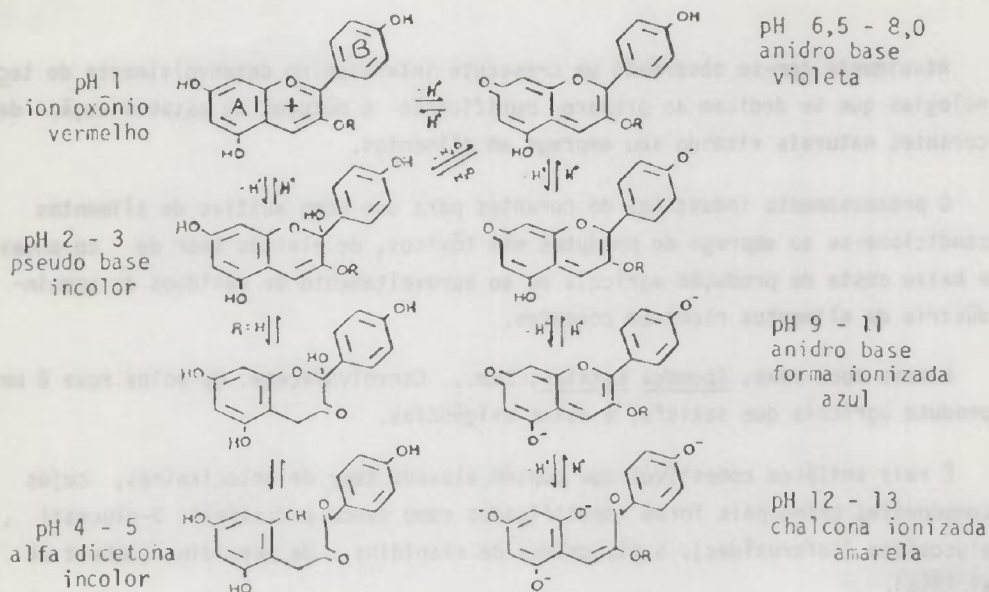


FIG. 1 - Alterações na estrutura das antocianinas em função do pH.

No interior das células, observa-se uma maior estabilidade das antocianinas e as pseudo bases incolores raramente aparecem.

Esta estabilidade provem da formação de complexos e associação com outros flavonoides, denominada copigmentação, e de ligações químicas com outros componentes de plantas (Timberlake & Bridle 1967; Asen et al e Pecket 1968).

Complexos de cor azul, muito estável, resultam da quelação de metais de transição com antocianinas orto hidroxiladas no anel B (Asen et al 1969 e Chandler & Clegg 1970).

A cor azul é estabilizada pela presença de carboidratos como pectinas, amido ou açúcares (Teeling et al 1971).

Encontra-se uma vasta bibliografia dedicada a antocianinas que pode ser encontrada nas publicações editadas por Geissman 1962, Harborne 1975; Hulme 1970 1; Goodwin 1976 e outras mais.

Atualmente tem-se observado um crescente interesse no desenvolvimento de tecnologias que se dedicam ao preparo, purificação e métodos de estabilização de corantes naturais visando seu emprego em alimentos.

O processamento industrial de corantes para uso como aditivo de alimentos condiciona-se ao emprego de produtos não tóxicos, de elevado teor de corantes e baixo custo de produção agrícola ou ao aproveitamento de resíduos da agroindústria de alimentos ricos em corantes.

Batata doce roxa, Ipomoea batatas, Lam., Convolvulaceae, de polpa roxa é um produto agrícola que satisfaz a estas exigências.

É raiz amilácea comestível que contém elevado teor de antocianinas, cujos componentes principais foram identificados como sendo o dicafeil, 3-glucosil, glucosídeo (soforosídeo), 5 glucosídeo de cianidina e de peonidina (Imbert et al. 1966).

A presença dos dois grupos acila aumenta a estabilidade da molécula, pela maior dificuldade estérica da reação do núcleo pirílico com água (Brouillard 1981).

Observou-se uma variação do teor de antocianinas na batata doce entre 100mg e 430mg por 100g, em base seca.

Batata doce roxa é planta não muito exigente quanto ao solo; tem ciclo vegetativo curto, de 4 a 5 meses, e boa produtividade, cerca de 20 toneladas por hectare, sendo assim de baixo custo de produção.

A reprodução se faz por rama, ou seja, por sementes assexuadas, o que permite manter inalteradas as características genéticas.

No presente trabalho foram desenvolvidos processos, a nível de laboratório, para o preparo de corantes a partir de batata doce roxa, visando a sua aplicação em alimentos.

O preparo dos produtos corantes se fundamentou na solubilização do amido, componente principal da batata doce, por meio de hidrólise ácida ou enzimática, para a produção de concentrados de corantes ricos em dextrose, maltose e maltodextrinas.

O processo de obtenção dos corantes de batata doce roxa, descrito neste trabalho, constitui-se em processo inovador tanto no que se refere à matéria prima empregada, quanto ao processo desenvolvido. Um pedido de privilégio de invenção foi encaminhado ao INPI- INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL-MIC.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi empregada como matéria prima para obtenção dos corantes, batata doce roxa, Ipomoea batata, Lam., Convolvulacea, de polpa roxa.

Trabalhou-se com as cultivares 005 e 026 cedidas pelo CNPH de Brasília, com uma cultivar da PESAGRO-RJ e com o produto adquirido na CEASA-RJ.

As determinações de antocianinas foram feitas por espectrometria em soluções etanólicas com 1% de HCl (p/v), em soluções aquosas com 1% de HCl (p/v) e em soluções tamponadas a pH 4,5.

Usou-se um espectrofotometro Beckman modelo DB-G.

As leituras de densidade ótica foram feitas a 520nm, adotando-se para os cálculos, as absorções específicas $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ de 982 e $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ de 874, para os meios alcoólico e aquoso fortemente ácidos, e $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ de 775 para o meio aquoso a pH 4,5 (Fuleki & Francis 1968 a,b,c).

As determinações de antocianinas, nas batatas roxas, foram feitas em 25g de batata fresca, lavada e cortada em pedaços, que foram extraídas em liquidificador com álcool a 95^o G.L. e HCl conc. a 1% (p/v). Transferiu-se extrato e resíduo para balão de 250 ml e completou-se o volume. Deixou-se em geladeira por duas horas para equilibrar a solução. Filtrou-se. Tomou-se uma alíquota de 1 ou 2 ml e diluiu-se a 25 ml.

A leitura foi feita na faixa de densidade ótica entre 0,20 e 0,50.

Foram ensaiadas extrações com os seguintes solventes

- 1- álcool a 95º GL - HCl 1,5 N 85:15
- 2- álcool a 95º GL - HCl conc. a 1% (p/v)
- 3- álcool a 95º GL - HCl conc. a 1% (p/v) e polissorbato 80 a 1% (v/v)
- 4- água - HCl conc. a 1% (p/v)
- 5- água tamponada a pH 4,5 (acetato de sódio N-HCℓN-H₂O (100:60:90)
- 6- água contendo 1200 ppm de SO₂

As extrações foram feitas em liquidificador.

Nas extrações etanólicas foram feitas duas extrações sucessivas na proporção de batata-doce solvente de 1:2 (p/v).

O solvente etanólico adicionado de polissorbato 80, extraiu, deste modo, 85% das antocianinas.

Os extratos foram filtrados em funil Buchner com leve vácuo. A concentração se fez a 45ºC e pressão reduzida, em evaporador rotativo a vácuo.

Nas extrações aquosas a proporção batata doce - água foi de 1:2 e 1:4.

Usaram-se batatas "in natura" e batatas submetidas a tratamento térmico por vapor de água fluente.

Para inativar as enzimas, que catalizam a decomposição das antocianinas, submetem-se as batatas lavadas a tratamento por vapor d'água durante 30 minutos, ou até a cocção.

O processo também promove uma pré-gelatinização do amido que facilita a posterior hidrólise.

A solubilização do amido foi feita por meio de hidrólises ácida ou enzimática ou por meio de hidrólise ácida seguida de hidrólise enzimática, segundo métodos desenvolvidos no CTAA.

As hidrólises ácidas foram realizadas usando HCl ou H_2SO_4 conc. correspondentes a 0,5% v/p de ácido sobre a batata doce, de modo a se obter pH entre 1,5 e 2,0.

As neutralizações foram feitas com Na_2CO_3 para HCl e CaO para H_2SO_4 .

Nas hidrólises enzimáticas, empregaram-se alfa amilase Pfizer 373 BAU/ml e amiloglicosidade Pfizer 250 DV/ml, em concentrações de 0,1 a 1,0 ml por 100ml de suspensão aquosa de batata doce.

Condições de hidrólise e resultados estão representados nas Tabelas 3 e 4.

Os extratos obtidos foram centrifugados a 3500 rpm em centrífuga de tubo ou de cesto durante 35 minutos ou filtrados em funil Buchner, sob vácuo.

O preparo dos corantes está descrito nos exemplos abaixo:

Exemplo I

Uma pasta homogênea feita a partir de 200g de batata doce roxa previamente cozida e depelada e parte igual de água, foi hidrolisada pela adição de HCl 6N até pH 2,0, a temperatura de 80°C, durante 1 hora.

Ajustou-se o pH a 4,5 com Na_2CO_3 sólido e diluiu-se a suspensão pela adição de 100 ml de água. Esfriou-se até 60-65°C, adicionou-se 2 ml de enzima amiloglicosidase 250 DV/ml, e deixou-se hidrolisar durante 2 horas, mantendo constante a temperatura.

A suspensão hidrolisada foi, a seguir, centrifugada a 3500rpm, durante 30 minutos.

A solução centrifugada obtida foi acidificada a pH 3,0 pela adição de ácido cítrico a 50%. Filtrou-se com o auxílio de terra diatomácea, em funil Buchner e leve vácuo.

Obteve-se uma solução de 15,5º Brix cujo teor em antocianinas foi de 35 mg por 100ml, idêntico ao teor inicial.

Por evaporação à pressão reduzida, obteve-se um concentrado a 72ºBrix.

Exemplo II

Batatas cozidas e depeladas, 3000g, foram desintegradas e homogeneizadas com 3000ml de água. Procedeu-se à hidrólise ácida, pela adição de 15 ml de H_2SO_4 concentrado e aquecimento a 80-85°C mantendo esta temperatura durante 2 horas. Neutralizou-se com 15g de CaO diluindo-se a suspensão pela adição de 1500ml de água. Esfriou-se a 60-65°C, adicionou-se 15 ml da enzima amiloglicosidase, 250 DV/ml e deixou-se hidrolisar durante 1 hora, mantendo a temperatura.

Prensou-se em prensa hidráulica com pano e auxílio de palha de arroz. A solução de corantes obtida foi acidificada a pH 3,0, com ácido cítrico a 50%. Seguiu-se uma filtração com auxílio de terras diatomáceas em funil Buchner sob leve vácuo. O teor em corantes foi de 35 mg de antocianinas por 100 ml de solução de 16,5º Brix.

A solução de corantes foi concentrada a pressão reduzida até 31º Brix para ser, a seguir, transformada em pó por "Spray drying" ou liofilização.

Foram preparados, a partir dos hidrolisados de batata doce roxa, os seguintes produtos:

- a) um líquido de 72º Brix, obtido por concentração sob pressão reduzida de 27 pol. de Hg, com agitação e temperatura de 70°C, em tacho de vácuo e camisa de água quente.
O concentrado continha 240 mg de antocianinas por 100g de líquido.
- b) um produto em pó, liofilizado a - 30°C, durante 35 horas, com pressão menor que 4,6 mm de Hg.
O teor de antocianinas foi de 150mg por 100g de pó.
- c) um produto em pó, obtido no "Spray dryer", partindo do concentrado a 31º Brix, obtido nas mesmas condições de concentrado líquido. A secagem

por "spray" foi feita com temperatura de entrada de ar de 175° e saída de 50°C. Para impedir a formação de crosta aderente à câmara de secagem, foram adicionados 15% de maltodextrina.

O teor de antocianinas no pó foi de 120mg/100g.

Para o preparo de refrescos, usaram-se o concentrado líquido e os produtos em pó. Obtiveram-se soluções límpidas de cor vermelha púrpura, semelhante às resultantes do uso do corante sintético FDC Red nº 2.

Usaram-se os corantes em concentração de 0,5 a 1,0%, em soluções formuladas com açúcar, aromatizante e conservador, acidificadas por solução 50% de ácido cítrico.

Cor típica de uva foi obtida a pH 4,0 e de cereja a pH 3,0.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Batata doce roxa, *Ipomoea batatas* Lam., Convolvulaceae, de polpa roxa é raiz comestível com elevado conteúdo de amido e apreciável teor em antocianinas. (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1. Composição Centesimal Típica

Umidade g/100g	g/100g de matéria seca				
	proteína	Carboidratos		fibra	cinza
		açúcares	amido		
67,5	2,9	11,4	68,8	2,7	2,7

As antocianinas se localizam no meio amiláceo das batatas doces, em concentração que decresce da periferia para o centro.

O teor de antocianinas nas batatas doces roxas mostra considerável variação, que pode ser atribuída a fatores genéticos e condições de cultivo.

TABELA 2.

Teor de antocianinas em batata doce roxa

Data de colheita	Procedência	Características	Antocianinas mg/100g em base seca	
			batata grande **	batata pequena ***
29/03/82	CNPH - Brasília	Cultivar nº 005	207	330
12/08/82	CNPH - Brasília	Cultivar nº 005	230	310
20/08/82	CNPH - Brasília	Cultivar nº 026	340	430
29/04/83	CNPH - Brasília	Cultivar nº 005		153*
22/04/82	CEASA	Região Friburgo		145*
12/07/82	CEASA	Região Friburgo		157*
29/09/82	CEASA	Região Friburgo		195*
10/08/82	PESAGRO	Região Magé	100	146

OBSERVAÇÕES:

- * batatas escolhida ao acaso
- ** batata grande - 300 a 400g
- *** batata pequena - 80 a 150g

O estágio de desenvolvimento do tubérculo mostrou ser um fator a considerar; os tubérculos grandes, de 300 a 400g, continham menor proporção de corantes do que os pequenos, cujo peso se situava entre 80 a 150g.

A faixa de variação, observada no teor de corantes, poderá ser reduzida através de estudos agrônômicos.

Como a planta se reproduz por rama, ou semente assexuada, uma seleção genética de cultivares mais ricos em antocianinas deverá ser feita, assim como a determinação das condições climáticas e de cultivo que favoreçam uma elevação no teor de antocianinas.

Uma pesquisa agrônômica com este objetivo está sendo levada a efeito pela PESAGRO-RJ, cabendo ao CTAA a determinação de corantes.

O estudo examina condições de clima, espaçamento, adubação e sua influência no teor de corantes.

Para o preparo das soluções de corantes, foram ensaiadas extrações com solventes etanólicos e aquosos.

Observou-se uma variação do grau de difusão dos diferentes solventes no meio amiláceo da raiz.

Ao se empregar o solvente alcoólico, observou-se que a adição de um tenso ativo, o Polissorbato 80, a 1% (v/v) aumentava de 4 a 5 vezes a eficiência da extração.

Nas extrações aquosas, ocorria uma difusão extremamente lenta e intensa absorção do solvente pelo amido de batata previamente tratada por vapor d'água.

Foram necessárias de 6 a 8 extrações aquosas sucessivas para retirar os corantes, mostrando ser inviável a extração com água.

A extração com álcool de batata "in natura", apesar de não apresentar os inconvenientes de absorção mencionados acima, forma resíduos de amido de granulacão muito fina, que se depositam lentamente nos concentrados, durante o armazenamento, o que compromete a qualidade do produto.

As soluções aquosas perdiam a cor rapidamente devido à presença de enzimas polifenoloxidasas, que se tornam inativas nas soluções etanólicas.

Para assegurar a estabilidade dos corantes em meio aquoso, submeteram-se, as batatas doces roxas a tratamento por vapor d'água durante trinta minutos, com dição suficiente à inativação das enzimas e promovendo simultaneamente um prin cípio de dextrinização, favorável às hidrólises subsequentes.

As batatas parcialmente dextrinizadas podem ser armazenadas, a baixas tem peraturas, por pelo menos 4 meses sem alteração, como foi observado.

As soluções aquosas, das batatas assim tratadas, conservaram-se com pouca alteração, durante cinco meses.

Diante dos problemas inerentes aos processos de extração das antocianinas optou-se por obter a solução dos corantes pela solubilização do amido, componen te principal da batata doce.

O amido foi tornado solúvel por meio de hidrólises ácidas e/ou enzimáticas.

Hidrólises mistas, isto é, hidrólises ácidas seguidas de hidrólises enzimáticas e hidrólises com duas enzimas, alfa amilase seguido de amiloglicosidase, foram ensaiadas. (Tabelas 3 e 4).

Obteve-se por meio das hidrólises, soluções de antocianinas em meio de mal-dodextrinas e açúcares.

Nas hidrólises ácidas, o ácido sulfúrico foi o mais indicado, pela possibilidade de neutralizá-lo com óxido de cálcio com formação de sulfato de cálcio insolúvel, facilmente eliminado por filtração.

TABELA 3. Solubilização do amido de batata doce roxa por meio de hidrólise ácida seguida de hidrólise enzimática

Hidrólise ácida ácido: H ₂ SO ₄ (0,5ml/100ml água)							Hidrólise enzimática enzima: amiloglicosidade 250 DV/ml (0,33ml/100ml água) base: CaO (0,5g/100ml água)					
relação batata doce:água 1:1 (3000g:3000ml)							relação batata doce:água 1:1,5 (3000:4500ml)					
Amostra	pH	temp. (°C)	tempo (hora)	sol.sol. (°Brix)	acresc. (%)	antoc. (mg/100g)*	pH	temp. (°C)	tempo (hora)	sol.sol. (°Brix)	antoc. (mg/100g)*	rend. (%)
branco	2,0	-	-	12,0	-	270						
hidrolisado(1)	2,0	80	2	-	-	-	4,3	65	2	18	168	62
hidrolisado(2)	2,0	80	2	16,5	37,5	-	4,5	65	2	21	175	65
Hidrolisado(3)	2,0	80	2	15,5	29,2	-	4,5	65	2	15,5	245	90

OBSERVAÇÃO:

(1), (2) e (3) são repetições a partir da mesma batata doce.

$$\% \text{ de acrescimo} = \frac{^{\circ}\text{Brix final} - ^{\circ}\text{Brix inicial (branco)}}{^{\circ}\text{Brix inicial (branco)}} \times 100$$

$$\% \text{ rend.} = \frac{\text{mg antoc./100g final}}{\text{mg antoc./100g inicial (branco)}} \times 100$$

* calculado sobre base seca.

TABELA 4. Hidrólise enzimática do amido de batata doce rôxa

Amostra	Hidrólise α amilase				+	Hidrólise amiloglicosidase					
	pH	temp. (°C)	tempo (hora)	antoc. (mg/100ml)		pH	temp. (°C)	tempo (hora)	sol.sol. (°Brix)	antoc. (mg/100ml)	rend. (%)
branco	6,0			32							
hidrolisado	6,0	80	2		4,5	60	3	15,0	13	40	

Observação:

$$\% \text{ rend.} = \frac{\text{mg antoc./100 ml final}}{\text{mg/antoc./100 ml inicial(branco)}} \times 100$$

A intensidade de cor das antocianinas é função do pH da solução, observando-se cor mais intensa a pH 1,0. A pH 4,5 forma-se, em proporção considerável, a anidro base incolor que reduz a intensidade da cor, como pode ser visto na Tabela 5.

TABELA 5. Intensidade de cor dos corantes de batata doce roxa em função do pH.

Solvente	pH	antocianina mg/100g de batatas*	diferença
etanol - HCl 1,5N (85:15)	0-1,0	230	-
etanol - HCl conc.(97:3)	1,0	170	26
H ₂ O tamponada a pH 4,5	4,5	130	43

Observação:

*Calculado sobre base seca

Ensaio de conservação foram feitos com soluções de corantes guardados em geladeira a 5°C, ou sob ação da luz à temperatura ambiente.

Compararam-se as estabilidades de soluções concentradas com soluções diluídas.

As soluções guardadas concentradas, com cerca de 20 mg de antocianinas por 100 ml de solução, foram diluídas, na proporção de 1:10, por ocasião das determinações, para permitir a leitura de densidade ótica na faixa de sensibilidade do espectrofotômetro.

As soluções obtidas pela diluição de 2 mg por 100 ml de solução, tiveram sua densidade ótica determinada periodicamente. (Tabelas 6 e 7).

Observou-se que as soluções ácidas concentradas se conservaram sem sensível alteração em geladeira, enquanto que as diluídas perdiam rapidamente a cor.

As soluções a pH 4,5 mostraram melhor estabilidade do que as soluções fortemente ácidas característica que favorece o emprego destes corantes em alimentos.

TABELA 6.

Ensaio de Conservação de Corantes de Batata Doce Roxa
Soluções mantidas em geladeira a 5°C

Solvente	Solução concentrada:20mg/100ml			Solução diluída:2mg/100ml		
	tempo (dias)	D.O.	perda de cõr (%)	tempo (dias)	D.O.	perda de cõr (%)
Etanol 96 ⁰ GL -	0	0,36	0	0	0,30	0
HCl 1,5N (85:15)	7	0,32	11	8	0,15	50
	45	0,32	11	-	-	-
	140	0,32	11	-	-	-
Etanol 96 ⁰ GL -						
HCl 1% (p/v)	0	0,25	0	0	0,24	0
	7	0,22	12	8	0,12	50
	45	0,22	12	-	-	-
	140	0,22	12	-	-	-
água tamponada a pH 4,5						
	0	0,36	0	0	0,30	0
	12	0,30	17	28	0,30	0
	45	0,30	17	36	0,30	0
	140	0,30	17	43	0,26	13

Observação:

$$\% \text{ perda de cõr} = \frac{\text{D.O. inicial} - \text{D.O. final}}{\text{D.O. inicial}} \times 100$$

TABELA 7. Ensaios de Conservação dos Corantes de Batata Doce Roxa.

Soluções mantidas em Condições de Luz a Temperatura Ambiente

Solvente	Concentração média 2mg/100ml		
	tempo (dias)	D.O.	perda de cõr (%)
Etanol 96 ^o GL - HCl 1,5N (85:15)	0	0,20	0
	7	0,12	40
	28	0	100
Etanol 96 ^o GL - HCl 1% (p/v)	0	0,15	0
	7	0,08	47
	28	0	100
Água tamponada a pH 4,5	0	0,34	0
	7	0,34	0
	28	0,21	43

Observação:

$$\% \text{ perda de cõr} = \frac{\text{D.O. inicial} - \text{D.O. observada}}{\text{D.O. inicial}} \times 100$$

Os produtos corantes de batata doce roxa em pó, resultantes de liofilização ou de secagem em "spray dryer", guardados em condições de temperatura ambiente e frasco escuro, conservaram-se inalterados por 8 meses.

O produto líquido, de 72^oBrix, guardado em vidro transparente e a temperatura ambiente, perdeu cerca de 50% do teor de corantes, em um período de 6 meses.

A estabilidade dos corantes de batata doce roxa, em relação a condições de secagem, foi comprovada pela semelhança dos teores em antocianinas do pó obtido por liofilização e do pó obtido por "spray drying".

Ensaio preliminares em alimentos foram feitos com os corantes de batata doce roxa, adicionados às gelatinas e iogurtes os quais adquiriram característica cor de morango. A gelatina se conservou inalterada em geladeira por mais de 2 meses após seu preparo.

Os refrescos preparados perderam parcialmente a cor, após 6 meses, quando conservados em condições ambientes de luz e temperatura, problema que poderá ser contornado pelo uso de frascos escuros.

Um estudo detalhado do emprego dos corantes de batata doce roxa em alguns alimentos, por meio de ensaios de avaliação sensorial, está programado para execução no CTAA.

TABELA 8. Características dos Produtos Corantes de Batata Doce Roxa

Produtos	°Brix	Umidade (%)	Antocianinas (mg/100g)
conc. líquido	72	-	240
pó liofilizado	-	3,0	150
pó "spray"	-	1,7	120

Obs. : o pó "spray" foi adicionado de 15% de dextrinas e abstraído-se "a diluição" o teor de antocianinas deste produto seria de 138 mg/100g.

CONCLUSÕES

Batata doce roxa, raiz amilácea comestível de baixo custo de produção e ciclo vegetativo relativamente curto, é matéria prima promissora, como fonte de antocianinas para uso em alimentos.

A concentração de antocianinas na raiz se situa entre 100 mg e 430mg por 100 gramas de matéria seca, sendo que esta variação pode estar relacionada ao genotipo da cultivar, tamanho e idade da raiz, assim como, às condições de cultivo.

A cor das antocianinas de batata doce roxa corresponde ao corante sintético, FDC, Red. nº 2, de uso proibido pela legislação internacional, podendo vir a substituí-lo em vários alimentos.

A extração dos corantes de batatas pré dextrinizadas com soluções aquosas, ácidas ou com SO_2 , não é viável, pela grande absorção de água no meio amiláceo da raiz, que dificulta sua separação do solvente.

Os extratos etanólicos concentrados, obtidos de batatas "in natura" formam durante o armazenamento, um precipitado branco de amido, de granulação muito fina, que compromete a limpidez das soluções.

O processamento que envolve a solubilização do amido, principal componente da batata doce roxa, por meio de hidrólises ácidas e enzimáticas, é o mais adequado ao preparo dos produtos corantes.

Este processo dá origem a soluções concentradas de antocianinas, ricas em dextrinas e açúcares, resultantes de hidrólise do amido.

Os corantes de batata doce roxa têm boa estabilidade em meio forte e fracamente ácidos, pH de 1,0 e 4,5, característica que favorece o seu uso em grande variedade de alimentos.

Os preparados corantes líquidos, em pó liofilizado e em pó "spray dried" con têm teores em antocianinas de 0,24%, 0,15% e 0,12% respectivamente. Estes va lores poderão ser aumentados pela seleção de batatas doces mais ricas em antoci an inas e com processamento mais aperfeiçoado.

Os concentrados em pó se conservam, sem alteração, por um período de 8 me se ses, em vidro escuro e em condições de temperatura ambientes; o concentrado lí q uido perde cerca de 50% das antocianinas quando guardado por seis meses em vi dro transparente e a temperatura ambiente.

Soluções ácidas guardadas em geladeira conservam-se por mais de quatro me ses com pequena alteração.

O processo de preparo de corantes de batata doce roxa, pela solubilização do meio amiláceo em que se encontram, constitui-se em processo inovador tanto no que se refere à matéria prima empregada quanto ao processo desenvolvido.

AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao Dr. JOÃO EUSTÁQUIO CABRAL DE MIRANDA, do CNPH de Brasília, por ter posto à nossa disposição as cultivares 005 e 026 daquele Centro.

Agradecemos ao Dr. HÉLIO VASCONCELLOS DE OLIVEIRA, da PESAGRO-RJ, que nos proporcionou batata doce roxa cultivada sob seus cuidados na região de Magé.

Ao Dr. RODRIGO OTÁVIO TEIXEIRA NETO, do ITAL-Campinas, somos gratos pelos produtos corantes, concentrado líquido e em pó, preparados sob sua orientação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASEN, S.; NORRIS, K.H. & STEWART, R.N. Absortion spectra and color of aluminium-cyanidin 3-glucoside complexes as influenced by pH. Phytochemistry Oxford, 8: 653-9, 1969.
- ASEN, S.; STEWART, R.N.; NORRIS, K.H. & MASSRE, D.R. A stable blue not mettalic co-pigment complex of delphanin and C-glycosyl-flavones in Prof. Blaauw Iris. Phytochemistry Oxford, 9: 619-27, 1970.
- BROUILLARD, R. Origin of the exceptional color stability of the zebrina anthocyanin. Phytochemistry Oxford, 20, 143-5, 1981.
- BUREN, J. van. Fruit phenolics. In: HULME, A.C. The biochemistry of fruits and their products. 3. ed. London, Academic Press, 1970. v.1. p. 269-304.
- CHANDLER; B.V. & CLEGG, K.M. Pink discoloration in canned pears. I. Role of tin in pigments formation. J.Sci.Food Agric. London, 21: 315-9, 1970.
- FULEKI, T. & FRANCIS, J.F. Quantitative methods for anthocyanins.
1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. J. Food Sci. Illinois, 33: 72-7, 1968a.
- FULEKI, T. & FRANCIS, J.F. Quantitative methods for anthocyanins.
2. Determination of total anthocyanin and degradation index for juice. J.Food Sci. Illinois, 33: 78-83, 1968b.
- FULEKI, T. & FRANCIS, J.F. Quantitative methods for anthocyanins.
3. Purification of cranberry anthocyanins. J.Food Sci. Illinois, 33: 266-74, 1968c.
- GEISSMAN T.A. The chemistry of flavonoid compounds. N.York, Mac Millan, 1962. 666 p.

- GOODWIN, T.W. Chemistry and biochemistry of plant pigments. 2.ed. London, Academic Press, 1976. 2v.
- HARBORNE, J.B.; MABRY, T.V. & MABRY, H. The flavonoids. New York, Academic Press, 1975. 2v.
- IMBERT, M.P., SEAFORTH, C.E. & WILLIAMS, D.B. Anthocyanin pigments of the sweetpotato, Ipomoea batatas, (L.) Lam. Proc. Am. Soc. Hortic. Sci., 88: 481-5, 1966.
- JURD, L. Anthocyanins and related compounds, I. Structural transformations of flavylum salts in acidic solutions. J. Org. Chem. Pennsylvania, 28: 987-91, 1963.
- PECKET, R.C. Colour change in flowers of Lathyrus hirsutus during senescence. Nature, London, 211: 1215, 1968.
- TEELING, C.G. Van.; CANSFIELD, P.E. & GALLOP, R.A., An anthocyanin complex isolated from the syrup of canned blueberries. J. Food Sci Illinois, 36: 1061-3, 1971.
- TIMBERLAKE, C.F. & BRIDLE, P. Flavylum salts, anthocyanidins and anthocyanins. I. Structural transformation in acid solutions J. Sci. Food Agric. London, 18: 473-8, 1967.