



Absorção de óleo por batata-doce e batata-doce biofortificada submetidas ao processo de fritura descontínua

Oil absorption by sweet potato and biofortified sweet potato subjected to the discontinuous frying process

Lismaíra Gonçalves Caixeta Garcia¹, Cecília Ribeiro Fernandes¹, Regiane Aparecida Araújo¹, Alexandre Igor Pereira Azevedo¹, Joice Vinhal Costa Orsine¹

¹Instituto Federal Goiano, Campus Urutaí, Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2,5. CEP 75790-000; Urutaí, GO. E-mail: lismairagarcia@hotmail.com

Recebido em: 14/09/2012

Aceito em: 17/03/2014

Resumo. O objetivo do presente estudo foi avaliar a absorção de óleo pela batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) (BD) e batata-doce biofortificada (BDB), em processo de fritura descontínua, observando os teores de umidade e lipídeos nas amostras submetidas a este processo. As amostras de BD e BDB previamente preparadas foram submetidas ao processo de fritura descontínua a 180°C por um período de oito minutos, empregando-se intervalos de 25 minutos após cada operação de fritura, dos quais cinco minutos foram utilizados para reaquecimento do óleo de soja. Esse processo foi repetido por 12 vezes, repondo as perdas de volume de óleo até que se completasse um tempo de 6,35 horas. A BDB e BD *in natura* apresentaram teores de umidade de 74,7 a 80,5% e de 59,1 a 77,7%, respectivamente, e teores de lipídeos de 1,8 a 2,0% e 0,3 a 0,8%, respectivamente. Após o processo de fritura descontínua das amostras, os teores de umidade na BD e BDB variaram de 17,35 a 14,56% e 16,52 a 15,57% e os teores de lipídeos variaram de 11,49 a 15,89% e de 8,22 a 15,10%, respectivamente. Após fritura descontínua, a BDB apresentou menores teores de umidade e de lipídeos que a BD. A menor absorção de óleo na BDB pode ser justificada pelo maior conteúdo de umidade e de lipídeos no produto *in natura*, pois alimentos de elevado conteúdo inicial de gordura não absorvem muito óleo durante a fritura.

Palavras-chave: lipídeos, reutilização de óleo, umidade

Abstract. The aim of this study was to evaluate the oil absorption of the sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) (SP) and biofortified sweet potato (BSP) under discontinuous frying process beyond the levels of moisture and lipids between them. SP and BSP previously prepared were subjected under discontinuous frying process at 180°C for eight minutes, using 25 minutes intervals after each frying operation of which five minutes were used for reheating of the soybean oil. This process was repeated 12 times, replacing the loss of oil volume until they completed 6.35 hours. The fresh BSP and SP showed moisture contents from 74.7 to 80.5% and from 59.1 to 77.7%, respectively, and levels of lipids from 1.8 to 2.0% and 0.3 to 0.8%, respectively. After discontinuous frying process of the samples, the moisture contents in SP and BSP ranged from 17.35 to 14.56% and from 16.52 to 15.57% and the lipid content ranged from 11.49 to 15.89% and from 8.22 to 15.10%, respectively. After discontinuous frying, the BSP showed lower moisture and lipids than SP. The oil absorption, but the lower oil absorption in BSP can be justified by the higher moisture content and lipid *in natura*, because food high initial content of fat does not absorb too much oil during frying.

Keywords: lipids, oil reuse, moisture

O processo de fritura desenvolve características de odor, sabor, cor e textura que tornam os alimentos mais atraentes para o consumo. Considerando ainda que parte do óleo utilizado como meio de transferência de calor é absorvida pelo alimento, tornando-se um ingrediente do

produto, verifica-se a necessidade do uso de um meio de fritura de alta qualidade e a manutenção desta por períodos mais longos possíveis (Mendonça, 2006).

A fritura descontínua, que ocorre em bateladas de acordo com a demanda, com picos e



quedas de produção durante o dia, é adotada por estabelecimentos que servem alimentos. Nestes estabelecimentos, as máquinas fritadeiras produzem alimentos variados e operam em temperaturas elevadas, sem controle do tempo, devido à necessidade de atender de imediato ao consumidor. O uso de altas temperaturas e a falta de controle do tempo de fritura resulta em um óleo com elevados níveis de alteração, promovida por reações de oxidação, hidrólise e polimerização (Sugimoto, 2009).

A quantidade de óleo absorvida pelo alimento durante o processo de fritura varia entre 10% e 60% do peso inicial do alimento, sendo influenciada por diversos parâmetros, os quais atuam sobre as velocidades de transferências de massa e energia entre o óleo e o alimento e que são dependentes do próprio alimento, do óleo e das condições de fritura (Jorge & Lunardi, 2005).

Em geral, a absorção de óleo depende mais da qualidade inicial do óleo de fritura do que do tipo de óleo ou gordura utilizados em frituras. A influência da qualidade do óleo é atribuída à formação de compostos de degradação, os quais aumentam a polaridade do meio de fritura. Durante os processos de fritura, a viscosidade do óleo aumenta, contribuindo para aumentar a quantidade de óleo na superfície do alimento e, ainda, a tensão interfacial entre o alimento e o óleo poderá diminuir, facilitando assim, a absorção de óleo pelo produto (Damy & Jorge, 2003).

A batata-doce possui considerável valor nutricional, apresentando rico teor de carboidratos, principalmente, amido (com teores que variam de 13,4% a 29,2%); açúcares redutores (4,8% a 7,8%), fornecendo, a cada 100g, de 110 Kcal a 125 Kcal. Contém ainda elevada quantidade de vitamina A, além de vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina e ácido nicotínico) e água (59,1% a 77,7%). Apresenta baixos teores de proteínas (2,0% a 2,9%) e de lipídeos (0,3 a 0,8%). Como fonte de minerais, a batata-doce fornece, a cada 100g, cálcio (30mg), fósforo (49mg), potássio (273mg), magnésio (24mg), enxofre (26mg) e sódio (13mg) (Freitas et al., 2005).

Já a batata-doce biofortificada apresenta cor alaranjada devido à elevada concentração de betacaroteno, mesmo composto que confere a coloração característica da cenoura e da abóbora. No organismo, o betacaroteno é convertido em vitamina A, que auxilia a visão, o crescimento e a defesa do

corpo contra infecções (Torres, 2011). A batata-doce de polpa alaranjada é um produto oriundo do Biofort (Programa de Biofortificação Brasileiro) que está ligado ao HaverstPlus e AgroSalud, dois programas internacionais de biofortificação de alimentos.

Este trabalho teve como objetivo comparar a absorção de óleo pela batata-doce e batata-doce biofortificada em processo de fritura descontínua.

As amostras de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) (BD), e batata-doce biofortificada (BDB), oriundas da Embrapa Hortaliças, Gama - DF, foram colhidas após 160 dias de cultivo no Setor de Olericultura do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, no mês de maio de 2011. Em seguida, foram armazenadas em caixas de plástico e mantidas sobre paletes, na câmara fria da Planta de Processamento de frutas e hortaliças do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, por uma semana, até o momento de realização do experimento.

Todas as etapas de processamento das batatas-doce foram realizadas na Cozinha Experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí. Inicialmente as amostras de BD e BDB foram lavadas e sanitizadas com solução de 150 μL L^{-1} de hipoclorito de sódio por 15 minutos. Logo após a higienização, os tubérculos foram descascados e cortados manualmente em forma de palito com dimensões de aproximadamente 10 cm x 10 mm. Após o corte, os palitos de BD e BDB foram lavados a fim de retirar o excesso de amido para então serem mantidos de molho em água filtrada refrigerada até o momento da fritura.

O processo de fritura descontínua das BD e BDB seguiu metodologia proposta por Jorge & Lunardi (2005), com modificações. Estes processos ocorreram de forma independente e simultânea, para isso foram utilizados dois diferentes recipientes de alumínio, colheres escumadeiras e fogão de quatro bocas. As frituras descontínuas foram realizadas utilizando-se 1,8L de óleo de soja e 300g de material (BD e BDB) para cada período de fritura. A temperatura utilizada foi de aproximadamente 180°C, controlada por aferições com termômetro infravermelho a laser (Minipa, MT 350).

Antes de iniciar os processos de fritura, o óleo de soja contido nos dois recipientes foi aquecido por dez minutos para que fosse realizado o controle da temperatura. Em seguida, 12 lotes de cada grupo experimental (aproximadamente 300g cada) foram fritos em processo descontínuo. Fritava-se o material (BD e BDB) por um período de oito



minutos, e empregavam-se intervalos de 25 minutos após cada operação de fritura, sendo que cinco minutos eram utilizados para reaquecimento do óleo de soja. O ciclo de aquecimento, resfriamento e reaquecimento do óleo ocorreu por um período total aproximado de 6,35h através do emprego da reposição de óleo novo sempre que necessário para manter o nível do meio de fritura no recipiente. A reposição acontecia antes do início da fritura seguinte, quando era constatado menor volume de óleo de soja que o inicial (1,8L).

Para cada material BD e BDB, amostras de 100g da primeira, quarta, oitava e décima segunda fritura, correspondendo a produtos fritos em óleos submetidos a fritura prévia por 0,3; 1,95; 4,15 e 6,35 horas, foram embaladas em papel alumínio e mantidas em *freezer* (Consul, Biplax 410) sob temperatura de -20°C, por 12 horas, até o momento das análises.

As análises de umidade e lipídeos foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, sendo realizadas em duas etapas: nos tubérculos *in natura*, antes do processo de fritura, e durante as operações de fritura descontínua, correspondendo à 1ª, 4ª, 8ª e 12ª fritura, com tempo pré-definido em 0,3h, 1,95h, 4,15h e 6,35h, respectivamente.

A umidade foi obtida por meio da relação entre o peso de água eliminada do produto pelo peso da amostra total, seguindo secagem em estufa simples a 105°C até obtenção de peso constante (AOAC, 2010). A determinação do teor de lipídeos das amostras de BD e BDB fritas obtidas foi realizada por meio do Método de Bligh-Dyer (1959), que se baseia na mistura de três solventes: água, metanol e clorofórmio.

Os resultados obtidos nas determinações analíticas, em triplicata, foram submetidos a análises estatísticas, para testar diferença entre os resultados. Utilizou-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade para analisar as diferentes amostras (BD e BDB), e utilizou-se a análise de variância seguida pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para analisar os diferentes tempos de fritura. Para os tubérculos *in natura*, na literatura são mostrados dados da BD com teores de umidade que variam de 60% a 75% e teores de lipídeos entre 0,3% a 0,8% (Freitas et al., 2007). Já a BDB apresentou teor lipídico de 0,45% e teor de umidade de 72,45%.

Na Tabela 1 estão apresentados os teores de umidade e lipídeos das amostras de BD e BDB fritas em óleo de soja em recipiente de alumínio, em temperatura de aproximadamente 180°C. Os tempos de coletas das amostras correspondem à 1ª, 4ª, 8ª e 12ª fritura, com tempo pré-definido em 0,3h, 1,95h, 4,15h e 6,35h, respectivamente.

Tabela 1. Média do teor umidade e de lipídeos de batatas-doce e batatas-doce biofortificadas fritas em óleos de soja à temperatura de 180°C, por processo de fritura descontínuo.

Parâmetros	Tempo de Fritura (horas)			
	0,3	1,95	4,15	6,35
Teor de Umidade (%)				
Batata-doce	17,35±0,40 A	20,48±0,32 A	18,37±0,30 A	14,56±0,25 B
Batata-doce Biofortificada	16,52±0,26 A	16,39±0,21 B	10,49±0,23 B	15,57±0,25 A
F	2,92	115,42	429,25	8,24
P	0,16	0,0004	0,00003	0,04
CV	3,43	2,53	3,22	2,86
Teor de Lipídeos (%)				
Batata-doce	11,50±1,86 A	11,55±3,10 A	14,89±1,51 A	11,83±0,87 A
Batata-doce Biofortificada	8,22±0,44 A	9,32±2,89 A	15,10±1,93 A	10,60±0,68 A
F	2,93	0,27	0,07	1,24
P	0,16	>0,05	>0,05	0,33
CV	23,76	49,78	20,03	12,06

* AB - Médias seguidas pela mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade pelo teste F.



Para o fator teor de umidade, pôde-se observar que o teste F foi significativo, havendo diferenças entre as amostras de BD e BDB na 4^a, 8^a e 12^a frituras correspondendo a 1,95h, 4,15h e 6,35h de fritura, respectivamente. Com em relação ao teor de lipídeos, não houve diferença significativa entre os diferentes tempos de fritura tanto da BD quanto da BDB, uma vez que as mesmas não deferiram entre si ao nível de significância de 5% de probabilidade (Tabela 1). Observa-se que o teor lipídico das amostras de BD e BDB passou por alteração crescente no decorrer do tempo, até a oitava fritura, representada por 4,15h de aquecimento, resfriamento e reaquecimento do óleo. Porém, observou-se um decréscimo do teor de lipídeos após a décima segunda fritura (6,35h).

Os resultados aqui encontrados corroboram com o estudo apresentado por Del Ré & Jorge (2007), os quais observaram que, quando era utilizado o óleo de soja na fritura de produto cárneo empanado pré-frito e congelado, ocorria um aumento do teor lipídico nas primeiras frituras e esse teor diminuía nas últimas frituras.

De modo geral, o teor de umidade após o processo de fritura descontínua das amostras variou de 17,35% (0,3h) a 14,56% (6,15h) apresentando valor médio de 17,69% na BD e de 16,52% (0,3h) a 15,57% (6,15h) com valor médio de 14,74% na BDB. Enquanto que o teor de lipídeos na BD variou de 11,50% a 11,84% nos tempos 0,3h e 6,15h, respectivamente (valor médio = 12,44%) e na BDB de 8,22% a 10,61% (valor médio = 10,81%). Segundo Makinson et al. (1997), alimentos com alto conteúdo de água e baixo teor de gordura estimulam a absorção de óleo, enquanto que, alimentos com alto teor inicial de gordura não absorvem muito óleo durante a fritura; por outro lado, a gordura do alimento é transferida para o óleo do banho.

Um dos principais problemas na conservação dos alimentos lipídicos é o desencadeamento do processo oxidativo. À medida que o óleo alcança o estágio de degradação, as reações de oxidação estão avançadas e há produção de moléculas complexas e compostos voláteis que liberam aroma desagradável. Neste ponto, a fritura produz muita fumaça e, como consequência, o alimento tem sua vida de prateleira reduzida, aroma, sabor e aspecto desagradáveis, excesso de óleo absorvido e o centro do alimento, às vezes, não totalmente cozido (Christoff, 2007),

conforme observado nas condições experimentais do presente trabalho.

No entanto, no Brasil não existem regulamentações que estabeleçam o ponto de descarte de óleo de fritura, existe apenas a Resolução RDC-216, da ANVISA, que Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação, que cita em seu anexo no item 4.8.11 que “os óleos e gorduras utilizados devem ser aquecidos a temperaturas não superiores a 180°C, sendo substituídos imediatamente sempre que houver alteração evidente das características físico-químicas ou sensoriais, tais como aroma e sabor, e formação intensa de espuma e fumaça” (Brasil, 2004). Dessa forma, sugere-se que sejam realizados novos estudos que possam contribuir com as pesquisas sobre qualidade de óleos e dos alimentos após frituras descontínuas, visando a melhoria da qualidade sensorial dos alimentos e também nutricional, quando se sabe da existência de formação de compostos cancerígenos em óleos degradados.

O método de fritura a 180°C mostrou-se uma eficiente alternativa na obtenção de alimentos, quando se deseja rapidez no preparo e praticidade. Porém, deve-se tomar cuidado com a reutilização de óleos de fritura, quando conhecidos os efeitos adversos à qualidade dos alimentos e à saúde da população.

Agradecimentos

À Embrapa Hortaliças – Gama (DF), que forneceu todos os subsídios para o plantio da batata-doce e batata-doce biofortificada, e ao Instituto Federal Goiano – campus Urutaí, que deu todo o apoio para a realização deste trabalho.

Referências

- AOAC - Association Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18th ed., rev.3, Gaithersburg: AOAC, 2010.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC N° 216, de 15 de setembro de 2004**. Dispõe sobre Regulamento



Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Brasília, DF: ANVISA, 2004. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/aa0bc300474575dd83f2d73fbc4c6735/RDC_N_216_DE_15_DE_SETEMBRO_DE_2004.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 03 setembro 2013.

CHRISTOFF, P. **Produção de biodiesel a partir do óleo residual de fritura comercial**. Estudo de caso: Guaratuba, Litoral Paranaense. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologias)-Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento - LACTEC, Curitiba, 2007.

DAMY, P. C.; JORGE, N. Absorção de óleo de soja refinado e gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batata *chips*. **Alimentos e Nutrição**, v.14, n.1, p.23-26, 2003.

DEL-RE, P. V.; JORGE, N. Comportamento dos óleos de girassol, soja e milho em Frituras de produto cárneo empanado pré-frito congelado. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.6, p.1774-1779, 2007.

MAKINSON, J. H.; GREENFIELD, H.; WONG, M. L.; WILLS, R. B. H. Fat uptake during deep-fat frying of coated and incoated foods. **Journal Food Composition**, v.1, n.1, p.93-101, 1997

FREITAS, G. M.; BUENO, G. S.; FERREIRA, J. de F.; FILHO, T. H. G.; CANCIAM, C. A. Elaboração e análise sensorial de doce de batata-doce com casca (*Ipomoea batatas* L.) In: V Semana de Tecnologia em Alimentos, 2006. Ponta Grossa-MG. **Anais... V Semana de Tecnologia em Alimentos**. Ponta Grossa, 2007, v.2. p.21-25.

FREITAS, R. F.; SANTOS, E. F.; SOUZA, S. A.; ALVES, S. B.; LOPES, J. D.; CASTRO, A. M. V.; PAULO, M. Q. Influência dos recipientes de fritura na qualidade dos óleos vegetais. In: 57ª Reunião Anual de SBPC. 2005, Fortaleza-CE. **Anais... 57ª Reunião Anual de SBPC**, Fortaleza, 2005.

JORGE, N.; LUNARDI, V. M. Influência dos tipos de óleos e tempos de fritura na perda de umidade e absorção de óleo em batatas fritas. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.3, p.635-641, 2005.

MENDONÇA, M. A. **Alterações químicas, físicas e nutricionais em óleos submetidos processo de fritura: Revisão**. 2006. 35 f. Monografia (Especialização em Qualidade de Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SUGIMOTO, L. De olho nas boas práticas de fritura. **Jornal da Unicamp**, Campinas, ano 23, n. 437, 2009. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/agosto2009/ju437_pag05.php>. Acesso em: 05 março 2011.

TORRES, M. **Batata-doce mais nutritiva é nova opção para hortas comunitárias**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2009/julho/1a-semana/batata-doce-mais-nutritiva-e-nova-opcao-para-hortas-comunitarias>>. Acesso em: 02 mar. 2011.