



Propriedades funcionais de farinha desengordurada da amêndoa da castanhola

Functional properties of castanhola almond defatted flour

Edilayane da Nóbrega Santos ¹; Elidayane da Nóbrega Santos ²; João Vitor Fonseca Feitoza ³; Erick dos Anjos Bezerra ⁴ & Mônica Tejo Cavalcanti ⁵

¹ Mestranda em Tecnologia Agroalimentar – PPGTA – UFPB. E-mail:layane.nobrega@hotmail.com

² Graduada em Agronomia – CCTA – UFCG. E-mail:dayane-nobrega@outlook.com

³ Mestrando em Tecnologia Agroalimentar – PPGTA – UFPB. E-mail:joaovitorlg95@hotmail.com

⁴ Mestrando em Ciência de Alimentos – CCA – UFSC. E-mail:erickdosanjos@gmail.com

⁵ Docente/pesquisadora do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – UFCG. E-mail: monicatejoc@yahoo.com.br

Resumo- A castanhola é uma árvore comum no Brasil, cujo fruto é constituído por uma polpa fibrosa que recobre um caroço, o qual contém interiormente uma amêndoa rica em óleo e de fonte proteica. Porém, estudos da amêndoa deste fruto, como ingrediente alimentar, são escassos. Desta forma, objetivou-se avaliar as propriedades funcionais da farinha desengordurada da amêndoa da castanhola (FAD). Foram determinados o teor de proteínas, a solubilidade, capacidade de absorção de água e óleo, capacidade, atividade e estabilidade da emulsão e capacidade de formação de espuma e estabilidade da espuma da FAD. A FAD apresentou maior solubilidade em pH alcalino (pHs 10,5 e 11), alta capacidade de absorção de água ($318,97 \pm 1,07$) e óleo ($305,23 \pm 2,55$), elevada atividade emulsificante ($60,83 \pm 1,44$) e alta capacidade de formação de espuma ($52,3\% \pm 0,58$). Diante disto, o uso da farinha da amêndoa desengordurada da castanhola pode ser viável para aplicação como ingrediente em produtos alimentícios, tais como molhos, carnes e massas em geral.

Palavras-chave: *Terminalia catappa* Linn. Farinha. Propriedades emulsificantes.

Abstract- The chestnut is a common tree in Brazil, whose fruit is constituted by a fibrous pulp that recovers a lump, which contains internally an almond rich in oil and of protein source. However, studies of the almond of this fruit, as a food ingredient, are scarce. In this way, the objective was to evaluate the functional properties of the defatted flour of the cashew nut (FAD). The protein content, solubility, water and oil absorption capacity, capacity, activity and stability of the emulsion and the foamability and foam stability of FAD were determined. FAD presented higher solubility in alkaline pH (pHs 10.5 and 11), high water absorption capacity (318.97 ± 1.07) and oil (305.23 ± 2.55), high emulsifying activity ($60, 83 \pm 1.44$) and high foaming capacity ($52.3\% \pm 0.58$). In view of this, the use of the defatted almond flour of the chestnut may be feasible for application as an ingredient in food products, such as sauces, meats and pasta in general.

Key words: Emulsifying properties. Flour. *Terminalia catappa* Linn.

Aceito para publicação em: 10/10/2019.

INTRODUÇÃO

A castanhola (*Terminalia catappa* Linn), também conhecida como amêndoa indiana, é uma árvore pertencente à família Combretaceae. É característica de regiões tropicais e subtropicais, sendo facilmente encontrada nas áreas costeiras, é nativa da Malásia e foi introduzida no Brasil como uma árvore ornamental (JANPORN et al., 2015; CHANDRASEKHAR et al., 2017). Trata-se de uma árvore de tamanho médio com folhas agrupadas em direção às extremidades dos ramos e atingem uma altura de 6 a 30 m (SINGH et al., 2016; NAGAPPA et al., 2003).

Seu fruto é constituído por uma polpa fibrosa que recobre um caroço duro, o qual contém em seu interior uma semente oleosa e de fonte proteica (LIMA, 2012). A sua cor varia de verde a vermelho púrpura (quando maduro), podendo também ser encontrado na coloração amarela. É uma espécie exótica que se desenvolve mesmo com variações de temperatura, água, ventos fortes e salinidade, adaptando-se facilmente às condições edafoclimáticas do Brasil (SILVA et al., 2010).

A castanhola apresenta potencial nutricional, porém, poucas pesquisas são realizadas sobre o seu uso como alimento. Deste modo, estudos das frações comestíveis do fruto, principalmente polpa e amêndoa, propicia a viabilidade de sua aplicação na indústria alimentícia, seja como matéria-prima no enriquecimento de formulações tradicionais ou processados na forma de farinha, polpa e óleo (SANTOS et al., 2016; SOUZA et al., 2016).

Sabe-se que tanto a polpa quanto a castanha *in natura* possuem teores de proteínas, lipídios, fibras e minerais semelhantes ao de frutas tropicais consumidas no Brasil e que são recomendadas por especialistas. Além disso, sua polpa dispõe de potencial antioxidante, anti-inflamatório, antitumoral e antidiabético (NAGAPPA et al., 2003; PAULA, 2008; ZHOU et al., 2011; KHAN et al., 2013).

É comum o estudo das propriedades funcionais de sementes oleaginosas e com elevado conteúdo proteico, através de farinhas, concentrados ou isolados proteicos. Estudar as propriedades físico-químicas e funcionais de proteínas vegetais têm disponibilizado alternativas de produzir ingredientes com mesma funcionalidade, porém com custo inferior ao proposto para proteínas animais (AJIBOLA et al., 2016).

As proteínas na alimentação devem, não só fornecer nutrição, mas também apresentar propriedades funcionais peculiares de maneira que facilite no processamento e desenvolvimento de novos produtos (ELSOHAIMY et al., 2015). Cada proteína apresenta especificidade nas suas propriedades funcionais, pois são formadas por interações eletrostáticas, que quando influenciadas por forças iônicas são responsáveis por produzir proteínas com diferentes conformações estruturais e funcionais (LAWAL, 2006).

Propriedade funcional é o termo utilizado para designar toda propriedade não nutricional que influencia em alguma característica do alimento, seja durante as etapas de processamento e/ou estocagem. Especificamente, as *propriedades funcionais das proteínas estão relacionadas às propriedades físico-químicas, que*

determinam a sua atuação nos alimentos, agindo deste modo, sobre a aceitação do produto final (ELSOHAIMY et al., 2015).

Com o objetivo de avaliar as características físico-químicas e propriedades funcionais da farinha da amêndoa da castanhola, visando futuras aplicações tecnológicas, este trabalho foi realizado.

MATERIAL E MÉTODOS

PREPARO DA AMOSTRA E ELABORAÇÃO DA FARINHA

Os frutos da castanhola foram colhidos na cidade de Santa Luzia, Paraíba, em estágio de maturação maduro. Logo em seguida, foram encaminhados para o Laboratório de Tecnologia de Grãos e Cereais, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), na cidade de Pombal, Paraíba. Os frutos foram submetidos ao processo de higienização, sendo lavados em água corrente e deixados por 15 minutos em solução clorada (100 ppm), em seguida foram enxaguados para remoção de resíduos de cloro. A polpa foi separada do caroço com auxílio de faca inoxidável e o caroço seguiu para secagem em estufa com circulação de ar (marca Solab – Solab, modelo SL 102/630, Piracicaba, Brasil) por 6 horas a 60 °C, para facilitar a remoção da amêndoa. Para obtenção da farinha da amêndoa, foi realizada a trituração das amêndoas em liquidificador industrial seguida de peneiramento em malha de 70 mesh. A farinha resultante foi desengordurada em aparelho Soxhlet por 6 horas, utilizando como solvente o hexano PA. Em seguida, a farinha da amêndoa desengordurada (FAD) foi seca em estufa a 105 °C por 1 hora para a remoção do solvente. A FAD foi armazenada em sacos plásticos de polietileno e mantida em dessecador até o momento das análises.

DETERMINAÇÃO DO TEOR PROTEICO

Foi determinado o teor de proteína da amêndoa *in natura* e da FAD pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2005).

PROPRIEDADES FUNCIONAIS

A solubilidade foi determinada em função do pH, ajustado em valores variando de 2,0 a 11,0 (DENCH et al., 1981), com a determinação de proteínas solúveis pelo método de Biureto (GORNALL, 1949). A capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleo (CAO) foram de acordo com metodologia descrita por Glória e Regitando-D'arc (2000).

A capacidade emulsificante (CE) foi determinada conforme a metodologia descrita por Kanterewicz et al. (1987), com adaptações. Quantidades equivalentes a 0,5 g de farinha em 25 mL de água destilada foram submetidas e postas sob agitação contínua em agitador magnético, em temperatura ambiente por 30 minutos antes de adicionar o óleo. Após esse tempo, a amostra foi transferida para o béquer de 250 mL. Em seguida, as dispersões foram agitadas a 10.000 rpm em agitador Ultraturax (Emulsificador tipo turrax, modelo MA102, Piracicaba, São Paulo), com óleo de soja sendo adicionado em fluxo contínuo por meio de um balão de separação graduado,

onde a emulsão formada foi identificada pela visualização da inversão de fase. A quantidade de óleo necessária para que ocorra a inversão da emulsão foi medida e utilizada para determinar o volume de óleo necessário para promover a emulsificação. A CE foi expressa em mL de óleo/g de proteínas.

A atividade emulsificante (AE) foi determinada segundo o método de Yasumatsu et al. (1972), com modificações. 0,5 g de farinha em 20 mL de água destilada foram agitadas em agitador magnético, em temperatura ambiente, por 30 minutos. Em seguida, adicionou-se 20 mL de óleo de soja às dispersões e a emulsão foi formada por meio de agitação em agitador Ultraturrax (Emulsificador tipo turrax, modelo MA102, Piracicaba, São Paulo) a 10.000 rpm durante 1 min e posteriormente transferida para tubos Falcon e centrifugados a 1.388 rpm durante 15 min. O resultado da AE foi expresso como percentual de emulsão formada no volume total.

A estabilidade da emulsão foi determinada segundo o método de Yasumatsu et al. (1972), com modificações. Foram formadas as mesmas emulsões feitas para determinar a atividade emulsificante, sendo que as emulsões foram aquecidas a 80 °C por 30 minutos, seguida de resfriamento em gelo por 15 min e posterior centrifugação a 1.388 rpm por 15 minutos.

A estabilidade da emulsão ao tempo foi determinada da mesma forma, porém sem a etapa de aquecimento. As fases formadas foram medidas após o tempo de 30, 60, 90 e 120 minutos de repouso.

Os cálculos da estabilidade ao calor e ao tempo foram definidos segundo as fórmulas utilizadas por Haque e Kito (1983) através das equações 1 e 2, respectivamente:

$$EEC\% = [(Volume\ final\ da\ emuls\ao / Volume\ inicial\ da\ emuls\ao)] \times 100\ (Eq.\ 1)$$

$$EET\% = [(Volume\ final\ da\ emuls\ao\ ap\os\ 30,\ 60,\ 90\ ou\ 120\ min / Volume\ inicial\ da\ emuls\ao)] \times 100\ (Eq.\ 2)$$

A capacidade e estabilidade de espumação foram determinadas de acordo com o método de Narayana e Narsinga Rao (1982), com alterações. 2 g da farinha foram transferidos para um misturador elétrico padrão. Foi adicionado 100 mL de água destilada e a suspensão foi misturada em *turrax* a 12.000 rpm durante 6 minutos a 27 °C. O conteúdo foi imediatamente transferido para uma proveta de 250 mL e o volume da espuma gravada. A capacidade de formação de espuma foi expressa como a porcentagem de aumento de volume e a sua estabilidade determinada através da monitorização da queda do valor da capacidade de formação de espuma em função do tempo depois de 20, 40 e 60 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado para determinação de proteína na FI e FAD (Tabela 1) mostra que esta parte do fruto dispõe de elevado conteúdo proteico, o que é comum em sementes oleaginosas, onde a farinha integral apresentou 26,40% ($\pm 0,10$) de proteína e a farinha desengordurada apresentou 45,30% ($\pm 0,90$). Desta forma, verifica que a partir da remoção da gordura e remoção da água, o conteúdo proteico aumenta, proporcionando, assim, um melhor produto para realização das análises das propriedades funcionais da farinha da amêndoa da castanhola.

Tabela 1 – Teor de proteínas da FI e da FAD.

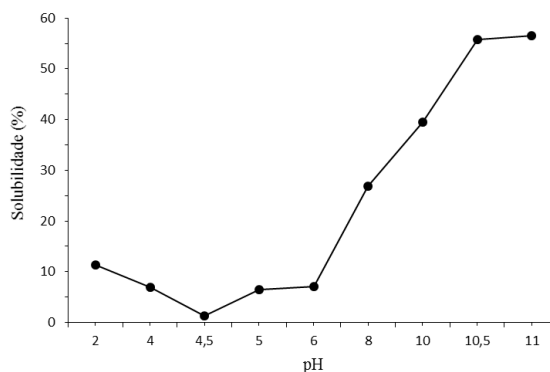
Proteínas (%)	FI	FAD
	26,40 \pm 0,10	45,30 \pm 0,90

FI – Farinha integral; FAD – Farinha da amêndoa desengordurada. Resultados expressos como média \pm desvio-padrão (n = 3).

Foi observada a influência do pH na solubilidade das proteínas da FAD (Figura 1), apresentando maior solubilidade em meio alcalino e tendo o pH 4,5 como o de precipitação isoelétrica das proteínas. Nos pHs 10,5 e 11, foram onde se destacaram as maiores solubilidades, com valores de 55,8 e 56,5%, respectivamente e em pH 2, a solubilidade foi de 11,4%. Nos pHs 4, 4,5, 5 e 6 foram

observadas as menores solubilidades (6,9, 1,2, 6,5 e 7%, respectivamente). A determinação da solubilidade das proteínas é um parâmetro preliminar e de grande interesse para aplicações tecnológicas, devido à sua relação com as demais propriedades (emulsificante, estabilizante, espumante, etc.).

Figura 1 – Solubilidade das proteínas da FAD em função do pH.



Fonte: Autoria própria (2019).

Diante dos resultados obtidos para as propriedades funcionais da FAD (Tabela 2), podemos associá-los a diferentes aplicações, considerando a solubilidade. A FAD apresentou alta capacidade de absorção de água ($318,97\% \pm 1,07$) e de óleo ($305,23\% \pm 2,55$). Estes resultados mostram que a FAD é viável para aplicação em produtos tanto hidrofílicos como hidrofóbicos, o que possibilita uma maior variabilidade de aplicação na formulação nos produtos alimentícios, tais como bolos, pães, molhos e produtos cárneos, proporcionando, deste modo, melhorias em suas características sensoriais. Leite et al. (2016)

encontraram valores menores para a CAA ($123,16\% \pm 0,70$) e CAO ($85,06\% \pm 0,65$) avaliando sementes de sorgo *in natura*. Esta diferença deve estar associada a matéria-prima utilizada e ao estado em que foi avaliado (*in natura*), sendo que o grão avaliado integralmente, apresenta menor concentração de proteínas e menor solubilidade, quando comparado com farinhas, concentrados ou isolados proteicos, onde a redução da umidade pode formar agregados proteicos menores e melhorar as funcionalidades da proteína (MOZAFARPOUR et al., 2019).

Tabela 2 – Capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO), capacidade emulsificante (CE), atividade emulsificante (AE) e estabilidade da emulsão ao calor (EEC) e ao tempo (EET) da FAD.

Propriedades Funcionais	FAD
CAA (%)	$318,97 \pm 1,07$
CAO (%)	$305,23 \pm 2,55$
CE (mL de óleo/g de proteína)	$30,50 \pm 1,18$
AE (%)	$60,83 \pm 1,44$
EEC (80 °C) (%)	$82,22 \pm 1,92$
EET (30, 60, 90 e 120 min) (%)	$100 \pm 0,00$

FAD – Farinha da amêndoa desengordurada. Resultados expressos como média \pm desvio-padrão (n = 3).

Com relação à CE, foi observado que a FAD apresentou boa capacidade para aplicação em alimentos com esta finalidade, sendo necessária $30,50 (\pm 1,18)$ mL de óleo para emulsionar 1 g de proteína. Como a capacidade emulsificante é afetada pelo pH, novos resultados podem ser encontrados para este parâmetro, uma vez que a CE, determinada neste estudo, ocorreu no pH normal da amêndoa (6,18). Silva et al. (2015) estudando as propriedades funcionais das proteínas de amêndoas da *munguba* (*Pachira aquática* Aubl.), obteve valor superior para a CE ($100,32$ mL óleo/100 mg de proteína) em pH 8.

A FAD apresentou alta AE, $60,83\% (\pm 1,44)$, o que considera que estudos futuros, modificando o pH, podem observar influências positivas na CE da FAD. A FAD apresentou bons resultados para a EA tanto em relação a temperatura $82,22\% (\pm 1,92)$, quanto para o tempo $100\% (\pm 0,00)$.

A FAD apresentou uma boa capacidade de formação de espuma ($52,3\% \pm 0,58$). Os resultados para estabilidade aos tempos de 20, 40 e 60 minutos foram de $51,8\% (\pm 0,28)$, $51,6\% (\pm 0,30)$ e $51,3\% (\pm 0,28)$, respectivamente. Diante destes resultados, verifica-se uma viável utilização da FAD com a finalidade de formar espumas em produtos alimentícios, tais como as bebidas espumantes.

CONCLUSÕES

A farinha da amêndoa desengordurada apresentou maior solubilidade em pH alcalino, alta capacidade de absorção de água e óleo, boa capacidade de emulsificação e alta capacidade de formação de espuma.

Desta forma, o uso da farinha da amêndoa desengordurada da castanhola pode ser uma alternativa viável ao uso das proteínas animais, entretanto, estudos

voltados à aplicação em produtos alimentícios, como bolos, pães, produtos cárneos e bebidas, são necessários.

REFERÊNCIAS

- AJIBOLA, C. F.; MALOMO, S. A.; FAGBEMI, T. N.; ALUKO, R. E. *Polypeptide composition and functional properties of African yam bean seed (*Sphenostylis stenocarpa*) albumin, globulin and protein concentrate. Food Hydrocolloids*, v.56, p.189-200, 2016.
- Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*, 18th ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC. 2005.
- CHANDRASEKHAR, Y.; RAMYA, E. M.; NAVYA, K.; KUMAR P. G.; ANILAKUMAR, K. R. *Antidepressant like effects of hydrolysable tannins of Terminalia catappa leaf extract via modulation of hippocampal plasticity and regulation of monoamine neurotransmitters subjected to chronic mild stress (CMS). Biomedicine & Pharmacotherapy* v.86, p.414–425, 2017.
- DENCH, J. E.; RIVAS, R. N.; CAYGILL, J. C. *Selected functional properties of sesame (*Sesamun indicum* L.) flour and two protein isolates. Journal Science Food Agriculture*, v. 32, p. 557-564, 1981.
- ELSOHAIMY, A. S.; REFAEY, T. M.; ZAYTOUN, M. A. M. *Physicochemical and functional properties of quinoa protein isolate. Annals of Agricultural Science*, v. 60, n. 2, p. 297–305, 2015.
- GLÓRIA, M. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. (2000). *Concentrado e isolado protéico de torta de castanha do Pará: obtenção e caracterização química e*

- funcional. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 20, n. 2, 2000.
- GORNALL, A. G.; BORDAWILL, C. S.; DAVID, M. M. *The determination of protein by the biuret reaction. Journal Biology Chemistry*. v. 177, p. 751-780, 1949.
- HAQUE, Z., KITO, M. *Lipofilization of α 1-casein*. 2. Conformational and functional, 1983.
- JANPORN, S.; HO, C.; CHAVASIT V.; PAN, M.; CHITTRAKORN, S.; RUTTARATTANAMONGKOL, K.; WEERAWATANAKORN, M. *Physicochemical properties of Terminalia catappa seed oil as a novel dietary lipid source. Journal of food and drug analysis*, v. 23, n. 2, p. 201-209, 2015.
- KANTEREWICZ, R. J.; ELIZALDE, B. E.; PILOSOFF, A. M. R.; BRTHOLOMAI, G. B. *Water-oil absorption index (WOAI): A simple method for predicting the emulsifying capacity of food proteins. Journal of Food Science*. v.52, n.5, p.1381-1383, 1987.
- KHAN L.; FARUQUEE, H.; SHAIK, M. *Phytochemistry and Pharmacological Potential of Terminalia arjuna L. Medicinal Plant Research*, v. 3, n. 10, 2013.
- LAWAL, O. S. *Kosmotropes and chaotropes as they affect functionality of a protein isolate. Food Chemistry*, v. 95, p. 101–107, 2006.
- LEITE, D. D. F.; CAVALCANTI, M. T.; SILVA, A. S.; GONÇALVES, M. C.; ALMEIDA, M. C. B. M. *Propriedades funcionais da semente do sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) in natura e germinado. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. v. 11, n.1, 2016.
- LIMA, R. M. T. *Fruto da castanhola (Terminalia catappa Linn.): compostos bioativos, atividade antioxidante e aplicação tecnológica*. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI. 106f. 2012.
- MOZAFARPOUR, R.; KOOCHEKI, A.; MILANI, E.; VARIDI, M. *Extruded soy protein as a novel emulsifier: Structure, interfacial activity and emulsifying property. Food Hydrocolloids*, v.93, p.361-373, 2019.
- NAGAPPA, A. N.; THAKURDESAI, P. A.; RAO, N. V.; SINGH J. *Antidiabetic activity of Terminalia catappa Linn fruits. J Ethnopharmacol*. v.88, n.1, p.45-50, 2003.
- NARAYANA, K.; NARASINGA, R. A. O. M. S. *Functional properties of raw and heat processed winged bean (Psophocarpus tetragonolobus) flour. Journal of Food Science*, v. 47, p. 534–538, 1982.
- PAULA, A. A. *Caracterização físico-química e avaliação do potencial antioxidante dos frutos da Terminalia catappa Linn*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga – BA. 91f. 2008.
- SANTOS, O. V.; LORENZO, N. D.; LANNES, S. C. S. *Chemical, morphological, and thermogravimetric of Terminalia catappa Linn. Food Science and Technology*, v. 36, n. 1, p. 151-158, 2016.
- SILVA, M. B.; ROSA, P. R. O.; BARROS, M. J. V.; ARAUJO, K. D. *Distribuição espacial das arvores exóticas (Terminalia catappa Linn.) no Campus I da UFPB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v.5, n.3, p. 143-151, 2010.
- SILVA, B. D. L. D. A.; AZEVEDO, C. C. D.; AZEVEDO, F. D. L. A. A. *Functional properties of proteins from almonds of the guiana-chestnut (Pachira aquatica Aubl.). Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37, n. 1, p. 193-200, 2015.
- SINGH, A.; BAJPAI, V.; KUMAR, S.; KUMAR, B.; SRIVASTAVA, M.; RAMESHKUMAR, K.B. *Comparative profiling of phenolic compounds from different plant parts of six Terminalia species by liquid chromatography–tandem mass spectrometry with chemometric analysis. Industrial Crops and Products*, v. 87, p. 236–246, 2016.
- SOUZA, A. L. G.; FERREIRA, M. C. R.; MIRANDA, L. R.; SILVINO, R. C. A. S.; LORENZO, N. D.; CORREA, N. C. F.; SANTOS, O. V. *Aproveitamento nutricional e tecnológico dos frutos da castanhola. Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v.7, n.3, 23-29, 2016.
- YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S. *Whippings and emulsifying properties of soy bean products. Agricultural and Biological Chemistry*. v.35, n.5, p.719-727, 1972.
- ZHOU J.; XIE G.; YAN, X. *Encyclopedia of traditional Chinese medicines-molecular structures, pharmacological activities, natural sources and applications*. New York: Springer, p. 560-2, 2011.