

Avaliação do óleo de soja adicionado de extratos de cascas e sementes de romã (*Punica granatum* L.)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos avaliar os extratos etanólicos de cascas e sementes de romã (*Punica granatum* L.), bem como o efeito da aplicação em óleo de soja submetido à termoxidação a 180 °C/5 h. Os extratos de cascas e sementes foram avaliados quanto à atividade antioxidante, compostos fenólicos e carotenoides totais, enquanto a qualidade do óleo de soja (OS) adicionado de butilhidroxitolueno (BHT), dos extratos de cascas (OS+ECR) e sementes (OS+ESR) de romã foi avaliada por meio das propriedades físico-químicas. Os resultados do presente estudo demonstraram que o extrato de cascas de romã apresentou maior atividade antioxidante, teores de compostos fenólicos (126,5 mg EAG g⁻¹) e carotenoides totais (1,9 mg β-caroteno 100 g⁻¹). O OS+ECR conferiu menor formação de dienos conjugados, peróxidos e compostos polares, comparável àquela oferecida pelo antioxidante sintético. Ainda, se destacou pelos teores de tocoferóis e ácidos graxos essenciais, linoleico e α-linolênico. Logo, o extrato de cascas de romã pode ser utilizado como um antioxidante alternativo para a proteção do óleo de soja quando exposto à elevadas temperaturas.

PALAVRAS-CHAVE: Antioxidantes. Óleos vegetais. Termoxidação.

Victor Amâncio Oliveira

victor-amancio@hotmail.com

orcid.org/0000-0001-9321-3037

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.

Carolina Médiçi Veronezi

cveronezi@hotmail.com

orcid.org/0000-0001-9737-6933

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.

Neuza Jorge

neuza.jorge@unesp.br

orcid.org/0000-0001-7166-0880

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.

INTRODUÇÃO

Punica granatum L. é uma pequena árvore da família Punicaceae, nativa da Ásia ocidental e considerada uma das culturas mais rentáveis economicamente, devido à sua ampla adaptabilidade a diferentes condições ecológicas. Seu fruto é rico em polifenóis, incluindo ácidos elágico e ferúlico, além de quercetina, catequina e antocianina. Estes polifenóis exibem várias atividades biológicas, como eliminação de radicais livres, inibição da oxidação e crescimento microbiano, além da diminuição do risco de doenças cardiovasculares e câncer (ERKAN e DOGAN, 2018). Normalmente, a romã é consumida in natura ou processada como suco, geleia, vinho, óleo e suplemento nutricional. O processamento gera subprodutos, como cascas e sementes, que correspondem a cerca de 70% do peso do fruto. Devido ao aumento do consumo, as cascas e sementes se tornaram resíduos valiosos e abundantes na indústria alimentícia (ZHU et al., 2015).

Estudos demonstram que o óleo essencial das cascas de romã possui inúmeros compostos aromáticos, destacando-se o palmitato de metila (22,2%), mirceno (18,8%) e tetrametil hexadecano (8,7%) (WANG et al., 2019). Outros estudos mostram que os extratos das cascas e sementes de romã possuem efeitos antioxidantes *in vivo* e *in vitro* e podem ser utilizados, dentre outros fins, como aditivos alimentares (CHATTERJEE, 2014). Apesar de representarem uma importante fonte de compostos biologicamente ativos, o efeito antioxidante das cascas e das sementes de romã está principalmente correlacionado à presença dos polifenóis (ANAHITA et al., 2015).

Normalmente, os antioxidantes sintéticos, como o butilhidroxianisol (BHA), o terc butilhidroquinona (TBHQ) e o butilhidroxitolueno (BHT) são utilizados na indústria de alimentos para aumentar a vida de prateleira e controlar a oxidação lipídica, visto que são mais econômicos do que os naturais. Entretanto, podem ocasionar riscos à saúde, como desregulação endócrina e carcinogênese. Como consequência, em alguns países, como o Canadá, é proibida a aplicação desses antioxidantes em produtos alimentícios, enquanto em outros, a quantidade para utilização é controlada (KWON et al., 2015).

Por esta razão, há um crescente interesse na pesquisa por antioxidantes naturais, principalmente os provenientes dos subprodutos da indústria de alimentos, que representariam uma alternativa sustentável, segura e econômica ao uso dos antioxidantes sintéticos. Desta maneira, o objetivo deste trabalho foi analisar os extratos de cascas e sementes de romã; bem como avaliar a efetividade destes extratos na qualidade do óleo de soja submetido a 180 °C/5 h.

MATERIAL E MÉTODOS

PREPARO DOS EXTRATOS

A romã (*Punica granatum* L.) foi adquirida *in natura* (Catanduva, São Paulo, Brasil). As cascas e sementes foram separadas manualmente, liofilizadas a -50 °C (L101, Liotop, São Carlos, São Paulo, Brasil) e trituradas em moinho de faca (MA 340, Marconi, Piracicaba, São Paulo, Brasil). Para a obtenção dos extratos, as cascas e sementes foram adicionadas de álcool etílico sob agitação por 30 min em liquidificador doméstico, nas proporções 1:6 (p/v) e 1:3 (p/v), respectivamente. As misturas resultantes foram filtradas com auxílio de bomba de vácuo (NT-613, Novatecnica, Piracicaba, São Paulo, Brasil) e evaporadas sob pressão reduzida a 40 °C (Q 344B2, Quimis, São Roque, São Paulo, Brasil).

TERMOXIDAÇÃO

O óleo de soja refinado, sem a adição de antioxidantes sintéticos, foi adquirido no comércio local (São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) e usado como controle. O butilhidroxitolueno foi adquirido na sua forma comercial, com 97% de pureza (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, Estados Unidos) e empregado como antioxidante sintético de referência. Os tratamentos: óleo de soja sem adição de antioxidantes (OS), óleo de soja com adição de 100 mg kg⁻¹ de BHT (OS+BHT), óleo de soja com adição de 100 mg kg⁻¹ de extrato de cascas de romã (OS+ECR) e óleo de soja com adição de 100 mg kg⁻¹ de extrato de sementes de romã (OS+ESR) foram submetidos a 180 °C por 5 h em Rancimat (743, Metrohm Ltd., Herisau, Suíça), simulando o processo de fritura. A seguir, os tratamentos foram acondicionados em frascos de vidro âmbar, inertizados com nitrogênio gasoso, selados e armazenados a -18 °C até o momento das análises.

ANÁLISE NOS EXTRATOS

A atividade antioxidante pelo sistema β -caroteno/ácido linoleico foi determinada segundo método descrito por Marco (1968) e modificado por Miller (1971), sendo a leitura realizada em espectrofotômetro (UV-Vis mini 1240, Shimadzu, Tóquio, Japão) a 470 nm, cujo resultado foi expresso em porcentagem. A atividade sequestradora de radicais pelo sistema DPPH^{*} foi determinada de acordo com Brand-Williams et al. (1995), cuja absorbância foi medida em espectrofotômetro a 515 nm e o resultado expresso em porcentagem. O ensaio FRAP foi realizado conforme metodologia desenvolvida por Szydłowska-Czerniak et al. (2008). A leitura foi feita em espectrofotômetro a 595 nm e os valores foram expressos em μM Trolox 100 g^{-1} de extrato.

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais, utilizou-se o método de Singleton e Rossi (1965). O coeficiente de determinação da curva analítica foi de 0,9972 e os teores de compostos fenólicos totais foram expressos mg EAG g^{-1} . Na análise de carotenoides totais, a absorbância da solução etanólica $1.000\ \mu\text{g mL}^{-1}$ de extrato de cascas e sementes de romã foi lida em espectrofotômetro (Uv-Vis mini 1240, Shimadzu, Tóquio, Japão) a 450 nm. A quantificação foi calculada pelo valor da absorvidade dos carotenoides em álcool etílico (2620), cujo resultado foi expresso em $\mu\text{g } \beta\text{-caroteno g}^{-1}$.

ANÁLISE NOS ÓLEOS

Os ácidos dienólicos conjugados e o índice de peróxidos foram analisados de acordo com os métodos Ti 1a-64 e Cd 8-53 (AOCS, 2009), cujos resultados foram expressos em porcentagem e meq kg^{-1} , respectivamente. Os compostos polares totais foram determinados pelo instrumento Testo (270, Testo, Campinas, São Paulo, Brasil), conforme o método descrito por Bertanha et al. (2009), e expressos em porcentagem. A estabilidade oxidativa foi determinada segundo metodologia AOCS Cd 12b-92 (AOCS, 2009); sendo os tratamentos submetidos a 110°C com fluxo de ar de $20\ \text{L h}^{-1}$ no Rancimat (743, Metrohm, Herisau, Switzerland) e o resultado expresso em horas.

O perfil de ácidos graxos foi determinado a partir de amostras transesterificadas segundo procedimento descrito pela metodologia Ce 2-66 da AOCS (2009) e analisadas em cromatógrafo gasoso (3900, Varian Inc., Califórnia,

Estados Unidos), com detector de ionização de chama, injetor split e coluna capilar de sílica fundida (Microsorb CP-Sil 88 60 m x 0,25 mm x 0,20 μm , Varian Inc., California, Estados Unidos). A temperatura inicial da coluna foi 90 $^{\circ}\text{C}$ 4 min^{-1} , com aquecimento de 10 $^{\circ}\text{C}$ min^{-1} até 195 $^{\circ}\text{C}$ e, após, sistema isotérmico durante 16 min. As temperaturas utilizadas no injetor e detector foram 230 e 250 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O gás de arraste foi o hidrogênio com velocidade linear de 30 mL min^{-1} . Utilizou-se como padrão uma mistura composta de 37 ésteres metílicos de ácidos graxos (Supelco, Bellefonte, USA) de C4:0 a C24:1, com pureza entre 99,1 e 99,9%. Os resultados foram expressos em porcentagem.

Para a determinação do teor de fitosteróis foi utilizado o método Ch 6-91 da AOCS (2009) com algumas adaptações. A análise foi realizada em cromatógrafo gasoso (Plus-2010, Shimadzu, Tóquio, Japão), com detector de ionização de chama, injetor split e coluna de sílica fundida (RTX-5, Restek, Pensilvania, Estados Unidos) de 30 x 0,25 mm e poro de 0,25 μm . A temperatura inicial do forno foi estabelecida em 100 $^{\circ}\text{C}$ 2 min^{-1} , com aquecimento de 15 $^{\circ}\text{C}$ min^{-1} até 260 $^{\circ}\text{C}$ e em sistema isotérmico durante 35 min. As temperaturas utilizadas no injetor e detector foram 280 e 320 $^{\circ}\text{C}$, respectivamente. O gás de arraste utilizado foi o hidrogênio com velocidade linear de 40 mL min^{-1} . Os fitosteróis foram identificados por meio de curva padrão, e o conteúdo foi expresso em $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$.

Os tocoferóis foram quantificados por cromatografia líquida de alta eficiência (Pro Star 210, Varian Inc., California, Estados Unidos), com detector de fluorescência e coluna de aço inox empacotada com sílica (Microsorb 100 Si 250 x 4,6 mm x 0,5 μm , Varian Inc., California, Estados Unidos) segundo o método Ce 8-89 da AOCS (2009). A separação cromatográfica foi realizada por eluição isocrática de fase móvel constituída de n-hexano:álcool isopropílico (95,5: 0,5 v/v) com fluxo de 1,2 mL min^{-1} . Os picos foram detectados em comprimento de onda de excitação 290 nm e emissão 330 nm. Os teores de tocoferóis individuais foram identificados por meio de curva padrão, e expressos em mg kg^{-1} .

ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises foram realizadas em triplicata, e os resultados submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey com grau de confiança de 95% através do programa Statistica versão 10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DOS EXTRATOS

Tanto as sementes quanto as cascas *in natura* obtiveram o mesmo rendimento após a remoção do solvente orgânico empregado no processo de extração. Os dados mostraram que ambos os extratos apresentaram atividade antioxidante. O ensaio da atividade antioxidante pelo modelo β -caroteno/ácido linoleico foi importante para estimar a habilidade dos extratos vegetais em capturar os radicais peróxidos, gerados a partir da oxidação do ácido linoleico. Neste contexto, a maior habilidade na captura dos radicais peróxidos foi encontrada no extrato etanólico de cascas de romã, 76,2% (Tabela 1).

Tabela 1 – Rendimento, atividade antioxidante e compostos bioativos dos extratos de cascas e sementes de romã.

Análises	Extratos	
	Cascas	Sementes
Rendimento (%)	11,85	11,58
β -caroteno/ácido linoleico (%)	76,2 \pm 4,98 ^a	28,9 \pm 7,50 ^b
Inibição do radical DPPH (%)	89,7 \pm 0,14	26,1 \pm 0,22
FRAP (μ M Trolox 100 g ⁻¹)	265,2 \pm 0,72 ^a	88,9 \pm 0,36 ^b
Fenólicos totais (mg EAG g ⁻¹)*	126,5 \pm 0,56 ^a	0,8 \pm 0,06 ^b
Carotenoides totais (mg β -caroteno 100 g ⁻¹)	1,9 \pm 0,01 ^a	0,5 \pm 0,01 ^b

Médias \pm desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). *Equivalentes de ácido gálico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Valores semelhantes ao deste estudo foram encontrados por Zaki et al. (2015), em extrato etanólico de cascas de romã das variedades Manfalouty (80,2%) e Wardely (70,9%). Por outro lado, valores inferiores foram mostrados na pesquisa de Sadeghi et al. (2009), cujos extratos etanólicos de cascas exibiram somente 53%. Resultados discrepantes existentes na literatura quanto à atividade antioxidante dos extratos de sementes e cascas de romã podem estar relacionados às diferentes características químicas das variedades de romãs analisadas, além das condições ambientais, método e solventes utilizados na preparação dos extratos.

A porcentagem de inibição do radical DPPH do extrato de cascas de romã foi 3,4 vezes maior em relação à das sementes. Esses resultados mostram similaridade com o estudo de Singh et al. (2002), que obtiveram para extratos de

cascas e sementes, 81 e 23,2%, respectivamente. Adyani e Soleimani (2019) avaliando o extrato etanólico/aquoso de cascas de romã em diferentes concentrações provaram que este extrato possui ação como agente redutor de DPPH, relacionada com a quantidade de compostos fenólicos. Em relação ao método FRAP, o extrato de cascas de romã também apresentou atividade aproximadamente 3 vezes superior ao valor encontrado no extrato de sementes. Possivelmente, este valor está relacionado com a quantidade de compostos fenólicos presentes nas cascas, visto que o reagente FRAP é compatível com compostos que fazem parte da fração hidrofílica ou polares dos alimentos (CASTELO-BRANCO e TORRES, 2011).

Os compostos fenólicos são os principais responsáveis pela atividade antioxidante de muitos frutos e vegetais. O extrato das cascas apresentou maior quantidade de compostos fenólicos (126,5 mg EAG g⁻¹) do que o das sementes, corroborando com o estudo de Hasona et al. (2017), no qual observaram que o extrato de cascas possui maior teor de compostos fenólicos totais que os da polpa e sementes. Alexandre et al. (2019) avaliando o efeito da alta pressão e extração enzimática sobre os compostos fenólicos de cascas de romã averiguaram a presença de 201 a 219 mg g⁻¹ de compostos nos extratos. Em contrapartida, Adyani e Soleimani (2019) estudando o extrato etanólico/aquoso de cascas de romã encontraram apenas 12,3 mg g⁻¹ de compostos fenólicos.

Embora em menor quantidade, os compostos fenólicos encontrados no extrato das sementes também são importantes por possuírem atividade antioxidante, conforme observado por Keşkekoğlu e Üren (2014), que ao analisarem o efeito da adição de extrato de sementes no conteúdo de compostos fenólicos totais de almôndegas de carne bovina e de frango, submetidas a quatro processamentos térmicos distintos, constataram que as almôndegas que continham extrato possuíam de 1,2 a 1,6% mais quantidade de compostos fenólicos do que as almôndegas controle. A diferença qualitativa e quantitativa de compostos fenólicos de um órgão para outro de planta da mesma espécie pode ser devido a vários fatores como condições de colheita, prática de cultivo, estágio de maturação, local de crescimento, sazonalidade, temperatura de secagem, polaridade do solvente de extração e método de extração (Mnari et al., 2016). Os extratos de cascas e sementes de romã mostraram baixos teores de

carotenoides totais, porém, o de cascas se sobressaiu com $1,9 \mu\text{g } \beta\text{-caroteno g}^{-1}$. Esses baixos valores podem estar relacionados ao tipo de solvente utilizado para a preparação do extrato, visto que os carotenoides são compostos que se acumulam em frações menos polares (SOUSA et al., 2018).

ANÁLISE NOS ÓLEOS

Após 5 h de termoxidação, a adição do antioxidante sintético e do extrato de cascas de romã não mostrou diferença significativa em relação aos ácidos dienóicos, além de reduzir a formação desses compostos em 23 e 25%, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 – Análises físico-químicas dos diferentes tratamentos submetidos a $180 \text{ }^\circ\text{C}/5\text{h}$

Análises	Tratamentos			
	OS	OS+BHT	OS+ECR	OS+ESR
Qualidade lipídica				
Ácidos dienóicos (%)	$0,7 \pm 0,0^a$	$0,5 \pm 0,01^b$	$0,5 \pm 0,0^b$	$0,7 \pm 0,01^a$
Peróxidos (meq kg^{-1})	$4,7 \pm 0,05^a$	$1,5 \pm 0,01^c$	$1,6 \pm 0,08^c$	$3,5 \pm 0,04^b$
Compostos polares (%)	$13,2 \pm 0,29^{ab}$	$12,0 \pm 0,87^{bc}$	$11,7 \pm 0,29^c$	$13,8 \pm 0,29^a$
Estabilidade oxidativa (h)	$5,8 \pm 0,27^b$	$7,8 \pm 0,13^a$	$7,8 \pm 0,03^a$	$5,8 \pm 0,18^b$
Ácidos graxos (%)				
Palmítico	$9,3 \pm 0,02^b$	$9,3 \pm 0,04^b$	$10,2 \pm 0,02^a$	$9,1 \pm 0,01^c$
Esteárico	$1,0 \pm 0,04^b$	$0,9 \pm 0,01^b$	$1,8 \pm 0,46^a$	$1,7 \pm 0,06^a$
Oleico	$35,5 \pm 0,05^b$	$34,8 \pm 0,22^b$	$27,9 \pm 0,68^c$	$36,5 \pm 0,30^a$
Linoleico	$47,7 \pm 0,04^c$	$48,3 \pm 0,15^b$	$52,8 \pm 0,24^a$	$46,5 \pm 0,28^d$
α -linolênico	$5,7 \pm 0,0^c$	$5,8 \pm 0,03^b$	$6,4 \pm 0,03^a$	$5,5 \pm 0,04^d$
Eneicosanóico	$0,1 \pm 0,01^a$	$0,1 \pm 0,01^a$	$0,1 \pm 0,01^a$	$0,1 \pm 0,02^a$
Behênico	$0,7 \pm 0,01^b$	$0,7 \pm 0,01^b$	$0,9 \pm 0,02^a$	$0,8 \pm 0,04^b$
Fitosteróis				
Campesterol	$6,3 \pm 0,13^b$	$7,6 \pm 0,14^a$	$6,7 \pm 0,13^b$	$6,7 \pm 0,11^b$
Estigmasterol	$9,2 \pm 0,06^d$	$10,6 \pm 0,09^a$	$10,0 \pm 0,06^b$	$9,6 \pm 0,10^c$
($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) β -sitosterol	$127,4 \pm 0,12^d$	$132,7 \pm 0,12^b$	$134,8 \pm 0,07^a$	$127,9 \pm 0,09^c$
Totais	$142,9 \pm 0,11^c$	$150,9 \pm 0,19^a$	$151,4 \pm 0,20^a$	$144,1 \pm 0,30^b$
Tocoferóis				
α -tocoferol	$41,6 \pm 0,26^c$	$43,3 \pm 0,25^b$	$46,4 \pm 0,15^a$	$43,3 \pm 0,46^b$
γ -tocoferol	$224,4 \pm 0,12^d$	$260,6 \pm 0,21^b$	$270,5 \pm 0,15^a$	$242,4 \pm 0,26^c$
(mg kg^{-1}) δ -tocoferol	$81,4 \pm 0,29^c$	$85,5 \pm 0,31^b$	$87,5 \pm 0,38^a$	$86,7 \pm 0,35^a$
Totais	$347,4 \pm 0,26^d$	$389,4 \pm 0,51^b$	$404,4 \pm 0,49^a$	$372,4 \pm 0,68^c$

Médias \pm desvio padrão seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$). OS: óleo de soja sem adição de antioxidantes; OS+BHT: óleo de soja + 100 mg kg^{-1} de BHT; OS+ECR: óleo de soja + 100 mg kg^{-1} de extrato de cascas de romã; OS+ESR: óleo de soja + 100 mg kg^{-1} de extrato de sementes de romã.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Os teores de compostos polares totais são utilizados como parâmetro de avaliação da qualidade de óleos em processo de fritura. Os tratamentos apresentaram menos de 25% de compostos polares, limite estabelecido por legislações internacionais, com destaque para o OS+ECR, com 11,7%. Os índices de estabilidade oxidativa exibidos pelos tratamentos OS+ECR e OS+BHT foram significativamente similares e superiores ao OS. A efetividade do extrato de romã no aumento da estabilidade oxidativa também foi observada por Iqbal et al. (2008), ao adicionar 500 e 1000 mg kg⁻¹ de extrato de cascas de romã em óleo de girassol. É comprovado que a atividade antioxidante da casca de romã está relacionada a presença de elevados teores de compostos fenólicos (HASONA et al., 2017).

Bopitiya e Madhujith (2014) também destacaram a efetividade do extrato de cascas de romã em reduzir a formação de dienos conjugados em óleo de coco, proporcionando, inclusive, maior redução da formação dos compostos dienólicos do que o α -tocoferol, antioxidante tomado como referência.

Os tratamentos adicionados de antioxidantes (sintético e natural) apresentaram índices de peróxidos inferiores ao OS e dentro dos limites estabelecidos pelo Codex Alimentarium Commission (2009), cuja recomendação é de 10 meq kg⁻¹ para óleos refinados. Contudo, verificou-se que OS+BHT e OS+ECR não apresentaram diferença significativa e reduziram em 69 e 67% a formação de peróxidos, respectivamente, em relação ao OS.

Para ácidos graxos saturados, destaca-se o OS+ECR com 10,2% de ácido palmítico. Quanto ao conteúdo de ácidos graxos insaturados, o OS+ECR apresentou elevados valores de ácidos linoleico (52,8%) e α -linolênico (6,4%), enquanto o OS+ESR sobressaiu com 36,5% de ácido oleico.

Lucci et al. (2015), analisando o perfil de ácidos graxos do extrato de sementes de romã, observaram que sua fração lipídica possui composição em ácidos graxos comparável ao do óleo de sementes de romã, considerado um ingrediente alimentar com potenciais efeitos benéficos. Os tratamentos adicionados de antioxidantes apresentaram β -sitosterol como isômero predominante e teores de fitosteróis totais superiores ao OS. O OS+ECR destacou-se por apresentar maior quantidade de fitosteróis totais em relação ao OS+ESR e por não mostrar diferença significativa em relação ao OS+BHT.

O α -tocoferol possui maior atividade biológica como vitamina E, enquanto o γ - e δ -tocoferol apresentam maior atividade antioxidante (SCHMIDT e POKORNÝ, 2005). Observando sob este conceito, nota-se que o OS+ECR, que apresentou valores dos isômeros α - ($46,36 \text{ mg kg}^{-1}$), γ - ($270,53 \text{ mg kg}^{-1}$) e δ -tocoferol ($87,47 \text{ mg kg}^{-1}$) significativamente superiores aos observados pelos tratamentos OS+BHT e OS+ESR, possui maior atividade antioxidante. A concentração de tocoferóis totais nos tratamentos analisados variou entre $347,4$ a $404,4 \text{ mg kg}^{-1}$.

CONCLUSÃO

O extrato de cascas de romã adicionado ao óleo de soja foi tão efetivo quanto o antioxidante sintético BHT em evitar a formação de compostos dienólicos conjugados, peróxidos e compostos polares. Também apresentou valores significativamente superiores de ácidos graxos essenciais, linoleico e α -linolênico, fitosteróis e tocoferóis. Conclui-se que o referido extrato pode ser utilizado em substituição ao BHT para conferir proteção ao óleo de soja quando exposto à elevadas temperaturas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” (UNESP), pelo apoio estrutural e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de Produtividade em pesquisa.

Evaluation of soybean oil added from pomegranate (*Punica granatum* L.) extracts

ABSTRACT

The present work aimed to evaluate the antioxidant activity of the ethanol extracts of peel and seeds of pomegranate (*Punica granatum* L.), as well as to evaluate the contents of phenolic compounds and total carotenoids. The quality of butylated hydroxytoluene (BHT) soybean oil (OS), pomegranate peel extracts (OS+ECR) and seeds (OS+ESR), submitted to thermoxidation at 180 °C/5 h, was evaluated by means of physicochemical analysis. The results of the present study showed that pomegranate peel extract showed higher antioxidant activity, phenolic compound contents (126.5 mg EAG g⁻¹) and total carotenoids (1.9 mg β-carotene 100 g⁻¹). OS+ECR conferred less formation of conjugated dienes, peroxides, and polar compounds, comparable to that offered by synthetic antioxidant. Also, it stood out for its levels of tocopherols and essential fatty acids, linoleic and α-linolenic. Thus, pomegranate peel extract can be used as an alternative antioxidant for the protection of soybean oil when exposed to high temperatures.

KEYWORDS: Antioxidants. Vegetable oils. Thermoxidation.

REFERÊNCIAS

ADYANI, S. H.; SOLEIMANI, E. Green synthesis of Ag/Fe₃O₄/RGO nanocomposites by *Punica granatum* peel extract: catalytic activity for reduction of organic pollutants. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, n. 5, p. 2711-2730, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.12.012>

ALEXANDRE, Elisabete M. C. et al. Antimicrobial activity of pomegranate peel extracts performed by high pressure and enzymatic assisted extraction. **Food Research International**, v. 115, p. 167-176, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.044>

AOCS. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society. **Association of Official Analytical Communities**. 6th ed. Arlington: AOCS, 2009.

ANAHITA, A.; ASMAH, R.; FAUZIAH, O. Evaluation of total phenolic content, total antioxidant activity, and antioxidant vitamin composition of pomegranate seed and juice. **General Medicine**, v. 3, n. 1, p. 1-4, 2014. <https://doi.org/10.4172/2327-5146.1000164>

BERTANHA, B. J. et al. Avaliação da qualidade de óleos e gorduras de fritura por meio de testes rápidos. **Higiene Alimentar**, v. 23, p. 177-182, 2009.

BOPITIYA, D.; MADHUJITH, T. Efficacy of pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extracts in suppressing oxidation of white coconut oil used for deep frying. **Tropical Agricultural Research**, v. 25, p. 298-306, 2014. <https://doi.org/10.4038/tar.v25i3.8040>

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

CASTELO-BRANCO, V. N.; TORRES, A. G. Capacidade antioxidante total de óleos vegetais comestíveis: determinantes químicos e sua relação com a qualidade dos óleos. **Revista de Nutrição**, v. 24, p. 173-187, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1415-52732011000100017>

CHATTERJEE, S. Therapeutic fruit peels : their role in preventing lifestyle disorders. **Recent Research in Science and Technology**, v. 6, n. 1, p. 283-286, 2014.

CODEX ALIMENTARIUM COMMISSION. **Codex stan 210-1999**: codex standard for named vegetable oils: Rome, 2009.

ERKAN, M.; DOGAN, A. Pomegranate/Roma – *Punica granatum*. In: RODRIGUES, S.; SILVIA, E.; BRITO, E. DE (Org.). **Exotic Fruits Reference Guide**. Cambridge: Academic Press. p. 355-361, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00049-6>

HASONA, N. A. S. A .et al. Ameliorative properties of Iranian Trigonella foenum-graecum L. seeds and *Punica granatum* L. peel extracts in streptozotocin-induced experimental diabetic guinea pigs. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, v. 7, n. 3, p. 234-239, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.12.004>

IQBAL, S. et al. Efficiency of pomegranate peel extracts in stabilization of sunflower oil under accelerated conditions. **Food Research International**, v. 41, n. 2, p. 194-200, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.11.005>

KEŞKEKOĞLU, H.; ÜREN, A. Inhibitory effects of pomegranate seed extract on the formation of heterocyclic aromatic amines in beef and chicken meatballs after cooking by four different methods. **Meat Science**, v. 96, n. 4, p. 1446-1451, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.12.004>

KWON, H.; KO, J. H.; SHIN, H. S. Evaluation of antioxidant activity and oxidative stability of spice-added mayonnaise. **Food Science and Biotechnology**, v. 24, n. 4, p. 1285-1292, 2015. <https://doi.org/10.1007/s10068-015-0165-1>

LUCCI, P. et al. *Punica granatum* cv. *Dente di Cavallo* seed ethanolic extract: antioxidant and antiproliferative activities. **Food Chemistry**, v. 167, p. 475-483, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.123>

MARCO, G. J. A rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 45, n. 9, p. 594-598, 1968. <https://doi.org/10.1007/BF02668958>

MILLER, H. E. A simplified method for the evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 48, p. 91-91, 1971. <https://doi.org/10.1007/BF02635693>

MNARI, A. B.; HARZALLAH, A.; AMRI, Z.; AGUIR, S. D.; HAMMAMI, M. Phytochemical content, antioxidant properties, and phenolic profile of Tunisian raisin varieties (*Vitis vinifera* L). **International Journal of Food Properties**, v. 19, n. 3, p. 578-590, 2016. <https://doi.org/10.1080/10942912.2015.1038720>

SADEGHI, N. et al. Antioxidant activity of Iranian pomegranate (*Punica granatum* L.) seed extracts. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 5, p. 633-638, 2009.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. Classic this week 's citation. **American Journal Enology Viticulture**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SCHMIDT, S.; POKORNÝ, J. Potential application of oilseeds as sources of antioxidants for food lipids – a review. **Czech Journal of Food Science**, v. 23, n. 3, p. 93-102, 2005. <https://doi.org/10.17221/3377-CJFS>

SINGH, R.P.; MURTHY, K. N. C.; JAYAPRAKASHA, G. K. Studies on the antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, n. 1, p. 81-86, 2002. <https://doi.org/10.1021/jf010865b>

SOUSA, N. C. F. et al. Propriedades farmacológicas de *Punica granatum* L. (romã): uma revisão de literatura. **Revista Ceuma Perspectivas**, v. 31, p. 57-67, 2018. <https://doi.org/10.24863/rccp.v31i1.181>

SZYDŁOWSKA-CZERNIAK, A. et al. Determination of antioxidant capacities of vegetable oils by ferric-ion spectrophotometric methods. **Talanta**, v. 76, n. 4, p. 899-905, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.04.055>

ZAKI, S. A. et al. Phenolic compounds and antioxidant activities of pomegranate peels. **International Journal of Food Engineering**, v. 1, p. 73-76, 2015. <https://doi.org/10.18178/ijfe.1.2.73-76>

ZHU, C. P. et al. Response surface optimization of ultrasound-assisted polysaccharides extraction from pomegranate peel. **Food Chemistry**, v. 177, p. 139-146, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.022>

Recebido: 17 nov. 2019

Aprovado: 09 set. 2020

Publicado: 24 dez 2020

DOI: 10.3895/rbta.v14n2.11290

Como citar:

OLIVEIRA, V. A.; VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Avaliação do óleo de soja adicionado de extratos de romã (*Punica granatum* L.). **R. bras. Tecnol. Agroindustr.**, Ponta Grossa, v. 14, n. 2, p. 3284-3297, jul./dez. 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbta>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Carolina Médici Veronezi

Rua MMDC, 197, Vila Elvira, CEP: 15070-100, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil.

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

