

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor,
o texto completo desta tese será
disponibilizado somente a partir
de 24/08/2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Câmpus de São José do Rio Preto

Wellington Mamoro Umeda

Aproveitamento de resíduos agrícolas:
aplicação de extrato de cascas de cebola (*Allium cepa* L.) em óleo de
soja sob aquecimento

São José do Rio Preto
2021

Wellington Mamoro Umeda

Aproveitamento de resíduos agrícolas:

aplicação de extrato de cascas de cebola (*Allium cepa* L.) em óleo de soja sob aquecimento

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Neuza Jorge

São José do Rio Preto
2021

U49a

Umeda, Wellington Mamoro.

Aproveitamento de resíduos agrícolas: aplicação de extrato de cascas de cebola (*Allium cepa* L.) em óleo de soja sob aquecimento/ Wellington Mamoro Umeda. -- São José do Rio Preto, 2021

113 f. : il., tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Neuza Jorge

1. Oleos e gorduras. 2. Produtos vegetais. 3. Vegetable oils. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.

Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Wellington Mamoro Umeda

Aproveitamento de resíduos agrícolas:

aplicação de extrato de cascas de cebola (*Allium cepa* L.) em óleo de soja sob aquecimento

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Ciência de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Neuza Jorge
UNESP – Câmpus São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Patrícia Vieira Del Ré
UFMS – Campo Grande

Prof^a. Dr^a. Agdamar Affini Suffredini
UNIRP – São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Cíntia Nanci Kabori
UFSJ – Sete Lagoas

Prof^a. Dr^a. Ana Carolina da Silva
UFTM – Uberaba

São José do Rio Preto
24 de agosto de 2021

Aos meus pais, Silvio e Kiyoko,
aos meus irmãos, Marcelo e Bruno,
dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois Ele possibilitou todas as minhas conquistas até agora me dando liberdade de escolha.

À minha professora e orientadora Dr^a. Neuza Jorge, por toda atenção, paciência e dedicação dispensada.

Aos professores do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA) do Ibilce, Javier e Vanildo, pelas orientações e momentos de descontração.

Ao Ibilce, pelo espaço e realização deste trabalho.

Ao técnico e amigo do Laboratório de Óleos e Gorduras, Luiz Carlos Camolezi, pelo apoio, paciência e pela descontração em certos momentos durante esses anos.

Agradeço pelos ensinamentos, amizade e acolhida durante todos estes anos de convivência a todos os meus amigos que participaram de alguma forma nesta etapa: Tiago, Elisa, Larissa, Mariana, Yuri, João Vitor, Maria Paula, Jéssica, Yara, Carol, Luciene, Arturo, Mari, Gui, Mara, Paty, Natália, Carol, Maíra, Victória, Mari e Elaine pelo companheirismo, conselhos, suporte e carinho.

Aos amigos, Marcelo, Gio, Raiza, Mauro, Raquel, Luana, Maxwell, Lígia, Silvester, Gisele, Helder, Carlos Eduardo, Fernanda, Gustavo, Henrique, Márcio, Lucas, Koiti, Vilma, Ricardo, Lilian e Ana que mesmo de longe, torceram muito ao longo desses anos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), Código de Financiamento 001, à qual agradeço.

Aos membros da comissão examinadora, pelas críticas e sugestões.

Às empresas: Agroindústria S. W. Camassuti ME, Fugita e Agroindústria Cebolas Hori pelo fornecimento das cascas de cebola.

À empresa Danisco™ Dupont® pelo fornecimento dos antioxidantes.

Aos meus pais, Silvio e Kiyoko, meus irmãos, Marcelo e Bruno, por terem me deixado livre para escolher os caminhos seguidos, todo apoio em minhas decisões, me socorrido nas horas mais difíceis e me dado os meios que possibilitaram nessa etapa.

Ao meu ditian, Eiichi, com 100 anos, arigato gozaimasu! Ao ditian, Seichi (*in memoriam*), minhas batians, Massui e Hideko (*in memoriam*), arigato gozaimasu!

Aos meus sobrinhos Alice, Théo e Lia.

A todos que, direta ou indiretamente, torceram para que eu alcançasse o desenvolvimento nessa etapa.

RESUMO

A cebola (*Allium cepa* L.) é um dos vegetais mais consumidos no mundo e suas cascas apresentam teores consideráveis de flavonoides e compostos bioativos de elevada capacidade antioxidante. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do extrato de cascas de cebola como fonte potencial de compostos antioxidantes na estabilidade oxidativa de óleo de soja sob estocagem acelerada em estufa e termoxidação. Os extratos de cascas de cebolas amarela, branca e roxa foram obtidos de resíduos agrícolas e avaliados quanto ao rendimento, teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, por meio dos métodos DPPH[•] e FRAP. Ao óleo de soja foram adicionados os antioxidantes: extrato de cebola roxa (ECR), tocoferol (TOC), palmitato de ascorbila (PA) e terc-butilhidroquinona (TBHQ) (200 mg/kg) isolados e combinados entre si (100 mg/kg de cada antioxidante), e os tratamentos foram submetidos à estocagem acelerada em estufa (60°C/21 dias) e termoxidação (180°C/16 horas). Em diferentes intervalos de tempo, as amostras foram analisadas quanto à formação de compostos oxidativos, primários e secundários e, quanto ao teor de tocoferóis. Os resultados apontam que o rendimento, assim como as maiores quantidades de compostos fenólicos e atividade antioxidante, foi encontrado em extrato hidroalcoólico de cascas de cebola roxa. Na estocagem acelerada em estufa, os tratamentos TBHQ e PA+TBHQ mostraram maior eficiência na inibição da formação de compostos primários e secundários da oxidação lipídica, ganho de massa e estabilidade oxidativa. Entretanto, o ECR apresentou moderada proteção no início da estocagem (7 dias) quando comparado ao controle (óleo de soja sem adição de antioxidantes), OS e, além disso, contribuiu com 90,74% na retenção de δ -tocoferol ao final do ensaio. Na termoxidação, os tratamentos ECR, PA, TBHQ, ECR+TOC, ECR+PA, TOC+TBHQ e PA+TBHQ obtiveram valores menores que 25% de compostos polares totais até 8 horas de aquecimento. Quanto à estabilidade oxidativa, os tratamentos PA, TBHQ e ECR+TBHQ foram os mais eficientes ao final do período de aquecimento e o ECR foi o tratamento que proporcionou maior retenção de δ -tocoferol, 51,54%. O ECR+TBHQ apresentou sinergismo na estocagem acelerada em estufa, com elevadas taxas de retenções de tocoferóis totais e seus isômeros ($\geq 90\%$). Para a termoxidação, o efeito sinérgico foi atribuído ao TOC+PA, resultando na maior retenção de δ -tocoferol (49,64%). Assim, pode-se concluir que o ECR se mostrou

capaz de retardar moderadamente a oxidação lipídica. Além disso, o efeito sinérgico entre o ECR e TBHQ possibilita a redução da concentração do antioxidante sintético a ser aplicado ao óleo de soja, contribuindo para uma melhor segurança à saúde.

Palavras-chave: Antioxidantes naturais. Compostos fenólicos. Atividade antioxidante. Estocagem acelerada. Termoxidação.

ABSTRACT

Onion (*Allium cepa* L.) is one of the most consumed vegetables in the world and its skins have considerable amounts of flavonoids and bioactive compounds with high antioxidant capacity. The objective of the present work was to evaluate the effect of onion skin extract as a potential source of antioxidant compounds on the oxidative stability of soybean oil under accelerated storage in an oven and thermoxidation. Yellow, white and purple onion skin extracts were obtained from agricultural residues and evaluated for yield, total phenolic compounds content and antioxidant activity, using the DPPH[•] and FRAP methods. The antioxidants were added to soybean oil: red onion extract (ECR), tocopherol (TOC), ascorbyl palmitate (PA) and tert-butylhydroquinone (TBHQ) (200 mg/kg) isolated and combined with each other (100 mg/ kg of each antioxidant), and the treatments were submitted to accelerated storage in an oven (60°C/21 days) and thermoxidation (180°C/16 hours). At different time intervals, the samples were analyzed for the formation of oxidative compounds, primary and secondary, and for the content of tocopherols. The results show that the yield, as well as the highest amounts of phenolic compounds and antioxidant activity, were found in hydroalcoholic extracts of red onion skins. For accelerated storage in an oven, the treatments TBHQ and PA+TBHQ showed greater efficiency in inhibiting the formation of primary and secondary compounds of lipid oxidation, mass gain and oxidative stability. However, the ECR showed moderate protection at the beginning of storage (7 days) when compared to the control (soybean oil without added antioxidants) OS and, in addition, it contributed with 90.74% in the retention of δ -tocopherol at the end of the trial. In thermoxidation, the treatments ECR, PA, TBHQ, ECR+TOC, ECR+PA, TOC+TBHQ and PA+TBHQ obtained values lower than 25% of total polar compounds up to 8 hours of heating. As for the oxidative stability, the treatments PA, TBHQ and ECR+TBHQ were the most efficient at the end of the heating period and the ECR was the treatment that provided the highest retention of δ -tocopherol, 51.54%. ECR+TBHQ showed synergism in accelerated storage in an oven high retention rates of total tocopherols and their isomers ($\geq 90\%$). For thermoxidation, the synergistic effect was attributed to TOC+PA, resulting in greater retention of δ -tocopherol (49.64%). Thus, it can be concluded that the ECR was shown to be able to moderately delay lipid oxidation. In addition, the synergistic effect between ECR and

TBHQ makes it possible to reduce the concentration of the synthetic antioxidant to be applied to soybean oil, contributing to better health safety.

Keywords: *Natural antioxidants. Phenolic compounds. Antioxidant activity. Accelerated storage. Thermoxidation.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura química dos triacilgliceróis	22
Figura 2 – Mecanismo de ação da oxidação lipídica	24
Figura 3 – Mecanismo de ação dos antioxidantes primários	30
Figura 4 – Estrutura fenólica dos antioxidantes sintéticos	32
Figura 5 – Alguns exemplos de flavonoides primários	34
Figura 6 – Exemplos de estruturas químicas dos ácidos hidroxibenzóicos (a) e hidroxicinâmicos (b)	35
Figura 7 – Estrutura química dos tocoferóis	36
Figura 8 – Curva cinética de autooxidação de ácidos graxos poli-insaturados	38
Figura 9 – Morfologia da cebola	39
Figura 10 – Produção mundial de cebola em 2019	40
Figura 11 – Algumas variedades de cebolas	42
Figura 12 – Cascas de cebolas: amarela (A), branca (B) e roxa (C)	45
Figura 13 – Cascas de cebolas trituradas: amarela (A), branca (B) e roxa (C)	46
Figura 14 – Extratos de cascas de cebolas ressuspensos em etanol: amarela (A), branca (B) e roxa (C)	47
Figura 15 – Tratamentos adicionados dos antioxidantes após estocagem acelerada a 60°C	48
Figura 16 – Tratamentos adicionados dos antioxidantes após termoxidação a 180°C	49
Figura 17 – Taxa de oxidação em termos de ganho de massa (%) dos tratamentos submetidos à estocagem acelerada em estufa a 60°C	66
Figura 18 – Teor residual (%) de tocoferóis totais e seus homólogos em óleo de soja adicionado de antioxidantes durante estocagem acelerada a 60°C	73
Figura 19 – Teor residual (%) de tocoferóis totais e seus homólogos em óleo de soja adicionado de antioxidantes durante termoxidação a 180°C	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Abreviações, tratamentos e concentrações das amostras	48
Tabela 2 – Rendimento, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante dos extratos de cascas de cebolas	54
Tabela 3 – Médias de dienos conjugados (%) para a interação tratamentos x tempos de estocagem a 60°C	59
Tabela 4 – Médias de índice de peróxidos (meq/kg) para a interação tratamentos x tempos de estocagem a 60°C	60
Tabela 5 – Médias de índice de <i>p</i> -anisidina para a interação tratamentos x tempos de estocagem a 60°C	63
Tabela 6 – Médias do valor total de oxidação (<i>Totox</i>) para a interação tratamentos x tempos de estocagem a 60°C	64
Tabela 7 – Médias de ganho de massa (mg) para a interação tratamentos x tempos de estocagem a 60°C	67
Tabela 8 – Médias de estabilidade oxidativa (h) para a interação tratamentos x tempos de estocagem a 60°C	69
Tabela 9 – Médias de tocoferóis (mg/kg) para a interação tratamentos x tempos de estocagem a 60°C	71
Tabela 10 – Médias de compostos polares (%) para a interação tratamentos x tempos de aquecimento a 180°C	77
Tabela 11 – Médias de estabilidade oxidativa (h) para a interação tratamentos x tempos de aquecimento a 180°C	80
Tabela 12 – Médias de tocoferóis (mg/kg) para a interação tratamentos x tempos de aquecimento a 180°C	82

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A[•]	Radical inerte
AA	Atividade antioxidante
ABIOVE	Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais
AG	Ácido gálico
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOCS	<i>American Oil Chemists' Society</i>
BHA	Butil-hidroxianisol
BHT	Butil-hidroxitolueno
CLAE	Cromatografia Líquida de alta eficiência
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
DPPH[•]	Radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EAG	Equivalente de ácido gálico
ECR	Extrato de cebola roxa
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
FRAP	<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>
GP	Galato de propila
H	Hidrogênio
IpA	Índice de <i>p</i> -anisidina
IP	Índice de peróxidos
KI	Iodeto de potássio

ME	Microempresa
mod.	Modelo
m/m	Massa/massa
m/v	Massa/volume
O	Oeste
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OS	Óleo de soja
PA	Palmitato de ascorbila
PUFA	Ácidos graxos poli-insaturados
R²	Coeficiente de determinação
R[•]	Radical livre
RH	Ácido graxo insaturado
Rend.	Rendimento
ROO[•]	Radical peroxila
ROOH	Hidroperóxido
S	Sul
SP	São Paulo
TBHQ	Terc-butilhidroquinona
TOC	Tocoferol
Totox	Valor total de oxidação
TPTZ	2,4,6-tripiridil-1,3,5-triazina
UV	Ultravioleta
v/v	Volume/volume

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
cm	Centímetro
g	Grama
kg	Quilograma
L	Litro
m	Metro
mg	Miligrama
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mmol	Milimol
nm	Nanômetro
t	Tonelada
µg	Micrograma
µmol	Micromol

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	OBJETIVOS	20
2.1	Objetivo geral	20
2.2	Objetivos específicos	20
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1	Óleos e gorduras	21
3.2	Oxidação lipídica	23
3.2.1	Avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras	26
3.2.2	Testes de estabilidade acelerados	27
3.3	Antioxidantes	29
3.3.1	Mecanismo de ação	29
3.3.2	Antioxidantes sintéticos	31
3.3.3	Antioxidantes naturais	33
3.3.4	Sinergismo	36
3.3.5	Métodos de extração de antioxidantes naturais	38
3.4	Cebola	39
3.4.1	Variedades	41
3.4.2	Cascas de cebola	42
4	MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1	Material	45
4.1.1	Cascas de cebola	45
4.1.2	Antioxidantes	45
4.1.3	Óleo de soja	46
4.2	Ensaio experimental	46
4.2.1	Obtenção dos extratos	46
4.2.2	Estocagem acelerada em estufa	47
4.2.3	Termoxidação	48
4.3	Métodos	49
4.3.1	Análises nos extratos	49
4.3.2	Análises nos óleos	50

4.4	Análise estatística	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1	Extratos	54
5.1.1	Rendimento	54
5.1.2	Compostos fenólicos totais	55
5.1.3	Atividade antioxidante	56
5.2.	Estocagem acelerada em estufa dos óleos	58
5.2.1	Dienos conjugados	58
5.2.2	Índice de peróxidos	59
5.2.3	<i>p</i> -anisidina	62
5.2.4	Valor <i>Totox</i>	63
5.2.5	Ganho de massa	65
5.2.6	Estabilidade oxidativa	68
5.2.7	Tocoferóis	70
5.3	Termoxidação dos óleos	76
5.3.1	Compostos polares totais	76
5.3.2	Estabilidade oxidativa	79
5.3.3	Tocoferóis	82
6	CONCLUSÕES	89
	REFERÊNCIAS	91
	APÊNDICE A – Análises de variância para as determinações de rendimento, compostos fenólicos totais, FRAP e DPPH[*].	110
	APÊNDICE B – Análises de variância para as determinações de dienos conjugados, índice de peróxidos, <i>p</i>-anisidina, valor <i>Totox</i>, e ganho de massa para estocagem acelerada a 60°C.	110
	APÊNDICE C – Análises de variância para as determinações de α-tocoferol, γ-tocoferol, δ-tocoferol e tocoferóis totais para estocagem acelerada a 60°C.	111
	APÊNDICE D – Análises de variância para as determinações de compostos polares totais e índice de estabilidade oxidativa para termoxidação a 180°C.	112

APÊNDICE E – Análises de variância para as determinações de α -tocoferol, γ -tocoferol, δ -tocoferol e tocoferóis totais para termoxidação a 180°C.

113

1 INTRODUÇÃO

Óleos vegetais são vastamente consumidos em todo o mundo porque são fontes de energia e de ácidos graxos essenciais, agem como veículo para vitaminas lipossolúveis, são responsáveis pela palatabilidade, sabor e textura de alimentos, substituem a gordura de origem animal e podem ser obtidos por meio de várias espécies vegetais.

Os óleos vegetais, bem como os alimentos de natureza lipídica, durante o processamento e armazenamento, passam por processo de degradação - conhecido como oxidação lipídica - que envolve alterações biológicas, físicas e químicas resultando em modificações das características originais do alimento, perda de nutrientes, alteração no odor e sabor, além de perdas econômicas.

Para retardar a oxidação lipídica, a indústria de alimentos utiliza-se de aditivos alimentares como antioxidantes sintéticos que são aplicados com a finalidade de prolongar a vida útil dos alimentos. No entanto, estudos toxicológicos têm evidenciado efeitos tóxicos destes aditivos, apontados como possíveis causadores de danos à saúde humana.

Diversas plantas têm sido estudadas como fontes de compostos antioxidantes naturais potencialmente seguros para a indústria alimentar, sendo os polifenóis os mais encontrados. Sendo assim, a utilização de muitos vegetais tem sido proposta para a proteção contra a oxidação lipídica.

Países como o Brasil, que possui a economia fortemente baseada no agronegócio, gera grandes quantidades de resíduos agroindustriais, os quais, embora sejam considerados problemas ambientais, são fontes ricas de compostos bioativos, incluindo as substâncias antioxidantes.

A agroindústria produz uma grande quantidade de resíduos de cebola, tornando necessário buscar possíveis formas de sua utilização. Uma maneira seria usar esses resíduos como fonte natural de ingredientes funcionais de alto valor, já que as cebolas são ricas em vários grupos de compostos, que possuem benefícios concretos para a saúde humana.

Sendo assim, tendo em vista a alta produção de cebola no Brasil e, conseqüentemente, a alta geração de resíduos contendo compostos bioativos, faz-se necessário o estudo do potencial antioxidante dos extratos de cascas de cebola

quando adicionados em óleo de soja submetido à estocagem acelerada em estufa e termoxidação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do extrato de cebola (*Allium cepa* L.) como fonte potencial de compostos antioxidantes na estabilidade oxidativa de óleo de soja sob estocagem acelerada em estufa e termoxidação.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar o teor de compostos fenólicos totais dos extratos hidroetanólicos das cascas de cebolas branca, amarela e roxa, provenientes do beneficiamento comercial.
- Medir a atividade antioxidante dos extratos por meio dos sistemas DPPH[•] e FRAP.
- Analisar o óleo de soja adicionado do extrato de cebola roxa sob estocagem acelerada em estufa por meio das análises de dienos conjugados, índice de peróxidos, *p*-anisidina, ganho de massa, estabilidade oxidativa, teor de tocoferóis e ganho de massa.
- Avaliar o óleo de soja adicionado do extrato de cebola roxa sob termoxidação por meio das análises de compostos polares, estabilidade oxidativa e teor de tocoferóis.
- Observar o efeito sinérgico entre os antioxidantes naturais e sintéticos.

6 CONCLUSÕES

Os resultados apontam que o rendimento, assim como as maiores quantidades de compostos fenólicos e atividade antioxidante, pelos métodos DPPH[•] e FRAP foram encontradas no extrato hidroalcoólico de cascas de cebola roxa.

No ensaio de estocagem acelerada em estufa a 60°C, destacaram-se os tratamentos TBHQ e PA+TBHQ, pois mostraram maior eficiência na inibição da formação de compostos primários e secundários da oxidação lipídica, ganho de massa e estabilidade oxidativa. Entretanto, o ECR apresentou moderada proteção no início da estocagem (7 dias) quando comparado ao OS, nas análises de dienos conjugados, índice de peróxidos, *p*-anisidina e valor *Totox*. Em ganho de massa, o ECR apresentou maior eficiência em um dia em relação ao OS. Na análise de tocoferóis, o ECR contribuiu com 90,46 e 90,74 % de retenções de γ - e δ -tocoferol, respectivamente, ao final do ensaio.

Na termoxidação a 180°C, em 8 horas, os tratamentos ECR, PA, TBHQ, ECR+TOC, ECR+PA, TOC+TBHQ e PA+TBHQ obtiveram valores menores que 25% de compostos polares totais. Quanto à estabilidade oxidativa, os tratamentos PA, TBHQ e ECR+TBHQ foram os mais eficientes ao final do período de aquecimento. Em relação às análises de tocoferóis, o ECR foi o tratamento que proporcionou maior retenção de δ -tocoferol, 51,54%.

O ECR+TBHQ apresentou sinergismo na estocagem acelerada em estufa a 60°C, proporcionando retenções acima de 91% para os isômeros α -, γ -, δ -tocoferol e tocoferóis totais. Para a termoxidação, o efeito sinérgico foi atribuído ao tratamento TOC+PA, resultando em maior retenção de δ -tocoferol (49,64%).

Dessa maneira, pode-se concluir que o ECR se mostrou capaz de retardar moderadamente a oxidação lipídica. Além disso, o efeito sinérgico entre o ECR e TBHQ possibilita a redução da concentração do antioxidante sintético a ser aplicado ao óleo de soja, contribuindo para uma melhor segurança à saúde.

A pesquisa demonstrou que o efeito da substituição dos antioxidantes sintéticos pelos naturais é satisfatório, mas em alguns casos, o efeito dos antioxidantes sintéticos ainda é mais eficaz. Neste caso, pode ser empregada a combinação destes aditivos com o intuito de diminuir a concentração dos sintéticos nos alimentos.

Estudos futuros ainda devem ser realizados para melhorar o processo de extração, conhecer as concentrações adequadas e mais análises devem ser

realizadas para a possível substituição total ou parcial, já que os antioxidantes sintéticos podem causar efeitos nocivos ao ser humano. Assim, a utilização do antioxidante natural de extrato de cascas de cebola pode ser uma alternativa promissora e saudável.

REFERÊNCIAS

- ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.
- ABIOVE. Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Brasil - Complexo Soja Balanço de Oferta/Demanda**, mar. 2021. Disponível em: <<http://abiove.org.br/estatisticas/>> Acesso em: 24 de jun. de 2021.
- AKOH, C. C.; MIN, D. B. **Food lipids. Chemistry, nutrition and biotechnology**. 2 ed., New York: CRC Press, 2002. p. 1005.
- ALBISHI, T.; JOHN, J. A.; AL-KHALIFA, A. S.; SHAHID, F. Antioxidative phenolic constituents of skins of onion varieties and their activities. **Journal of Functional Foods**, Amsterdam, v. 5, n. 3, p. 1191-1203, 2013.
- ALKHALIDY, H.; WANG, Y.; LIU, D. Dietary flavonoids in the prevention of T2D: An overview. **Nutrients**, Basel, v. 10, n. 4, p. 438, 2018.
- ALMEIDA, Luana. **Estudo cinético da hidrólise em água subcrítica do óleo de soja usado em fritura**. Orientador: Fernando A. Pedersen Voll. 2016. 48 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- AMAROWICZ, R.; PEGG, R. B. Chapter One - Natural antioxidants of plant origin. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 90, p. 1-81, 2019.
- AMAWI H.; ASHBY, C. R. JR.; TIWARI, A. K. Cancer chemoprevention through dietary flavonoids: What's limiting?. **Chinese Journal of Cancer**, Sheung Wan, v. 36, p. 50-57, 2017.
- ANDREO, D.; JORGE, N. Avaliação da capacidade antioxidante do extrato etanólico de gengibre (*Zingiber officinale*) em teste de estocagem acelerada. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, p. 152-157, 2007.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Evaluation of stored sunflower oil with the addition of antioxidants. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 498-502, 2008.
- ANTONIASSI, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 19, p. 353-380, 2001.
- AOCS. AMERICAN OIL CHEMISTS' SOCIETY. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**. 6. ed., Champaign: AOCS, 2009.
- ARAÚJO, J. M. A. Oxidação de lipídios em alimentos. In: ARAÚJO, J. M. A. (Ed.). **Química de alimentos: teoria e prática**. 3 ed., Viçosa: Editora UFV, 2006. p. 1-67.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4 ed., Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.1-237.

BARRERA-ARELLANO, D.; RUIZ-MÉNDEZ, V.; VELASCO, J.; MÁRQUEZ-RUIZ, G.; DOBARGANES, R. C. Loss of tocopherols and formation of degradation compounds at frying temperatures in oils differing in degree of unsaturation and natural antioxidant content. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v. 82, p. 1696-1702, 2002.

BEDRNÍČEK, J.; KADLEC, J.; LAKNEROVÁ, I.; MRÁZ, J.; SAMKOVÁ, E.; PETRÁŠKOVÁ, E.; HASONOVÁ, L.; VÁCHA, F.; KRON, V.; SMETANA, P. Onion peel powder as an antioxidant-rich material for sausages prepared from mechanically separated fish meat. **Antioxidants**, Basel, v. 9, p. 974, 2020.

BELITZ, H. D.; GROSH, W.; SCHIEBERLE, P. Lipids. In: BELITZ, H. D.; GROSH, W. (Eds.). **Food Chemistry**, London, 4. ed. Hamburg: Springer, 2009, p. 191-193.

BENÍTEZ, V.; MOLLÁ, E.; MARTÍN-CABREJAS, M. A.; AGUILERA, Y.; LÓPEZ-ANDRÉU, F. J.; COOLS, K.; TERRY, L. A.; ESTEBAN, R. M. Dietary Fibre and Bioactive Compounds. **Food Chemistry**, London, v. 23, n.17, p. 234-246, 2011.

BERSET, C; CUVELIER, M. E. Methods of estimating the degree of lipid oxidation and of measuring antioxidizing power. **Sciences des Aliments**, Lavoisier, v. 16, p. 219-245, 1996.

BONACCORSI, P.; CARISTI, C.; GARGIULLI, C.; LEUZZI, U. Flavonol glucosides in *Allium* species: A comparative study by means of HPLC–DAD–ESI–MS–MS. **Food Chemistry**, London, v. 107, n. 4, p.1668-1673, 2008.

BÖTTCHER, S.; STEINHÄUSER, U.; DRUSCH, S. Off-flavour masking of secondary lipid oxidation products by pea dextrin. **Food Chemistry**, London, v. 169, p. 492-498, 2015.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Informe Técnico nº 11, de 5 de outubro de 2004. "Dispõe sobre a utilização e descarte de óleos e gorduras utilizados para fritura. Compostos polares". Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br> >. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

BRASIL. Resolução RDC nº 64, de 16 de setembro de 2005. "Regulamento Técnico sobre atribuição de aditivos e seus limites máximos para alimentos". Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br> > Acesso em: 01 de mai. de 2021.

BRASIL. Resolução RDC nº 481, de 15 de março de 2021. "Dispõe sobre os requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais". Órgão emissor: ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Disponível em: < <http://portal.anvisa.gov.br> >. Acesso em: 01 de mai. de 2021.

BRITAIN, G.; TOREL, J.; CILLARD, J.; CILLARD, P. Activity of flavonoids and reactivity. **Phytochemistry**, Oxford, v. 25, n. 2, p. 383-385, 1986.

BUCK, D. F. Antioxidants in soya oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 58, n. 3, p. 275-278, 1981.

CAMPONE, L.; CELANO, R.; PICCINELLI, A. L.; PAGANO, I.; CARABETTA, S.; DI SANZO, R.; RUSSO, M.; IBÁÑEZ, E.; CIFUENTES, A.; RASTRELLI, L. Response surface methodology to optimize supercritical carbon dioxide/co-solvent extraction of brown onion skin by-product as source of nutraceutical compounds. **Food Chemistry**, London, v. 269, p. 495-502, 2018.

CARRILHO, Kamila Teresa Amorim. **Extratos de películas de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) como antioxidantes naturais em óleo de soja**. Orientadora: Neuza Jorge. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2018.

CASAROTTI, S, N.; JORGE, N. Antioxidant activity of rosemary extract in soybean oil under thermoxidation. **Journal of Food Processing and Preservation**, Hoboken, v. 38, n. 1, p. 136-145, 2012.

CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 22, n. 2, p. 111-116, 2002.

CERT, A.; MOREDA, W. Chromatographic analysis of minor constituents in vegetable oils. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v. 881, p. 131-148, 2000.

CHEN, J.; ZHANG, L.; GENG, Q.; JING, B.; YU, X. Determination of total polar compounds in frying oils by PE-Film-Based FTIR and ATR-FTIR spectroscopy. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 120, n.12, p. p.1800250, 2018.

CHOI, I. S.; CHO, E. J.; MOON, J. H.; BAE, H. J. Onion skin waste as a valorization resource for the by-products quercetin and biosugar. **Food Chemistry**, London, v. 188, p. 537-542, 2015.

CHONG, S. K.; CHANG, W. C. M.; SIA, H. S.; YIM, Y. Antioxidant efficacy of mangosteen (*Garcinia mangostana* Linn.) peel extracts in sunflower oil during accelerated storage. **Food Bioscience**, Oxford, v. 12, p. 18-25, 2015.

CHU, Y.; CHANG, C.; HSU, H. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v. 56, n. 10 , p. 561-566, 2000.

CODEx ALIMENTARIUS COMMISSION. Codex standard for named vegetable oils (CXS 210-1999, Amended 2003-2019). Rome: FAO, 2015.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira, Grãos, safra 2020/21 8º Levantamento**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 24 jun. 2021.

COPPEN, P. P.; ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. The use of antioxidants. In: ALLEN, J. C.; HAMILTON, R. J. (Eds.). **Rancidity in Foods**. 2 ed., London: Elsevier Applied Science, 1989. p. 244.

ČRNIVEC, I. G. O.; SKRT, M.; ŠEREMET, D.; STERNIŠA, M.; FARČNIK, D.; ŠTRUMBELJ, E.; POLJANŠEK, A.; CEBIN, N.; POGAČNIK, L.; MOŽINA, S. S.; HUMAR, M.; KOMES, D.; ULRIH, N. P. Waste streams in onion production: Bioactive compounds, quercetin and use of antimicrobial and antioxidative properties. **Waste Management**, London, v. 126, p. 476-486, 2021.

DELFANIAN, M.; KENARI, R. E.; SAHARI, M. A. Effect of natural extracted antioxidants from *Eriobotrya japonica* (Lindl.) fruit skin on thermo oxidative stability of soybean oil during deep frying, **International Journal of Food Properties**, London, v. 19, n. 5, p. 958-973, 2016.

DERGAL, B. S. **Química de los alimentos**. 4 ed., Nancalpon de Juárez: Pearson Educación de México, 2006. p. 736.

DESHMUKH, R. K. The effect of repeatedly cooking oils effects on health and wealth of a country: a short communication. **Journal of Food Processing & Technology**, Brussels, v. 10, n. 8, p. 807, 2019.

DIAS, L. S.; MENIS, M. E.; JORGE, N. Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) extracts on the oxidative stability and sensory acceptability of soybean oil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Hoboken, v. 95, n. 10, p. 2021-7, 2014.

DOLDE, D.; WANG, T. Oxidation of corn oils with spiked tocopherols. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 88, p. 1759-1765, 2001.

DROZDOWSKI, B.; SZUKALSKA, E. A rapid instrumental method for the evaluation of the stability of fats. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 64, n. 7, p. 1008-1011, 1987.

DUCHATEL, G. S. M. J. E. BAUER-PLANK, C. G.; LOUWER, A. J. H.; VAN DER HAM, M.; BOERM, J. A.; VAN ROOIJEN, J. J. M.; ZANDBELT, P. A. Fast and accurate method for total 4-desmethyl sterol(s) content in spreads, fat-blends, and raw materials. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 79, n. 3, p. 273-278, 2002.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 2011. p. 426.

ELISIA, I.; YOUNG, J. W.; YUAN, Y. V.; KITTS, S. Association between tocopherol isoform composition and lipid oxidation in selected multiple edible oils. **Food Research International**, Barking, v. 52, p. 508-514, 2013.

EMBRAPA. **A cultura da cebola**. 1 ed., Coleção Embrapa, 2002. p. 24-39.

ENDO, Y.; TOMINAGA, M.; TAGIRI-ENDO, M.; KUMOZAKI, K.; KOUZUI, H.; SHIRAMASA, H.; MIYAKOSHI, K. A modified method to estimate total carbonyl compounds in frying oils using 1-butanol as a solvent. **Journal of Oleo Science**, Chuo-ku, v. 52, p. 353-358, 2003.

ESKIN, N. A. M.; WARNER, K. **Methods to Assess Quality and Stability of oils and Fat-containing Foods**. 1 ed., Champaign: AOCS Press, 2002. p. 219.

EVANS, C. D.; LIST, G. R.; S.; MOSER, A.; COWAN, J. C. Long term storage of soybean and cottonseed salad oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 50, n. 6, p. 218-222, 1973.

EVANS, J. C.; KODALI, D. R.; ADDIS, P. B. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 79, p. 47-51, 2002.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Countries by commodity**, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>. Acesso em 08 de jun. 2021

FARHADI, F.; KHAMENEH, B.; IRANSHAHI, M.; IRANSHAHY, M. Antibacterial activity of flavonoids and their structure-activity relationship: an update review. **Phytotherapy Research**, Hoboken, v. 33, p. 13-40, 2018.

FARHOOSH, R.; PAZHOUHANMEHR, S. Relative contribution of compositional parameters to the primary and secondary oxidation of canola oil. **Food Chemistry**, London, v. 114, n. 3, p. 1002-1006, 2009.

FERNÁNDEZ-ROJAS, B.; GUTIÉRREZ-VENEGAS, G. Flavonoids exert multiple periodontic benefits including anti-inflammatory, periodontal ligament-supporting, and alveolar bone-preserving effects. **Life Sciences**, Amsterdam, v. 209, p. 435-454, 2018.

FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. 1 ed., Campinas: SBCTA, 2000. p. 127.

FOCKE, W. W.; WESTHUIZEN, I. V. D.; OOSTHUYSEN, X. Biodiesel oxidative stability from Rancimat data. **Thermochimica Acta**, London, v. 633, p. 116-121, 2016.

FRANKEL, E. N. Lipid oxidation. **Progress in Lipid Research**, Oxford, v. 19, n. 12, p. 1-22, 1980.

FREITAS, I. R.; CATTELAN, M. G.; RODRIGUES, M. L.; LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Effect of grape seed extract (*Vitis labrusca* L.) on soybean oil under thermal oxidation. **Nutrition & Food Science**, London, v. 47, n. 5, p. 610-622, 2017.

FREITAS, I. R.; MACHADO, T. L. S.; LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Tomato waste extract (*Lycopersicon esculentum*) as a natural antioxidant in soybean oil under heating. **Journal of Bioenergy and Food Science**, Macapá, v. 7, e2852020JBFS, 2020.

GALANO, J. M.; LEE, Y. Y.; DURAND T.; LEE, J. C. Special issue on “analytical methods for oxidized biomolecules and antioxidants” the use of isoprostanoids as biomarkers of oxidative damage, and their role in human dietary intervention studies. **Free Radical Research**, London, v. 49, n. 5, p. 583-598, 2015.

GAMEZ-MEZA, N.; NORIEGA-RODRIGUEZ, J. A.; LEYVA-CARRILLO, L.; ORTEGA-GARCIA, J.; BRINGAS-ALVARADO, L.; GARCIA, H. S.; MEDINA-JUAREZ, L. A. Antioxidant activity comparison of *Thompson Grape Pomace* extract, rosemary, and tocopherols in soybean oil. **Journal of Food Processing and Preservation**, Hoboken, v. 33, p. 110-120, 2009.

GAWLIK-DZIKI, U.; SWIECA, M.; DZIKI, D.; BARANIAK, B.; TOMIŁO, J.; CZYŻ, J. Quality and antioxidant properties of breads enriched with dry onion (*Allium cepa* L.) skin. **Food Chemistry**, London, v. 138, p. 1621-1628, 2013.

GAZZANI, G.; PAPETTI, A.; MASSOLINI, G.; DAGLIA, M. Atividade antioxidante e pró-oxidante dos componentes solúveis em água de alguns vegetais da dieta comum e o efeito do tratamento térmico. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 6, p. 4118-4122, 1998.

GERTZ, C. Chemical and physical parameters as quality indicators of used frying fats. **European Food Research and Technology**. New York, v. 102, p. 566-572, 2000.

GHARACHORLOO, M.; GHAVAMI, M.; MAHDIANI, M.; AZIZINEZHAD, R. The effects of microwave frying on physicochemical properties of frying and sunflower oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 87, p. 355-360, 2010.

GONÇALVES, L. A. G. Análisis de lípidos: una visión práctica. In: BLOCK, J. M.; BARRERA-ARELLANO, D. (Ed.). **Temas selectos em aceites y grasas**. 1 ed., São Paulo: Blucher, 2009. p. 37-58.

GORDON, M. H. The development of oxidative rancidity in foods. In: POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. H. (eds). **Antioxidants in food: practical applications**. Cambridge: Woodhead, 2003, p. 7-21

GUINAZ, M.; MILAGRES, R. C. R. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; CHAVES, J. B. P. Tocoferóis e tocotrienóis em óleos vegetais e ovos. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 8, p. 2098-2103, 2009.

GUNATHILAKE, K. D. P.; RANAWEERA; K. K. D. S.; RUPASINGHE, H. P. V. Effect of different cooking methods on polyphenols, carotenoids and antioxidant activities of selected edible leaves. **Antioxidants**, Basel, v. 9, n. 9, p. 117-126, 2018.

GUNSTONE, F. D. **Modifying lipids for use in food**. 1 ed., Amsterdam: Food Science, Technology and Nutrition Woodhead Publishing, 2006. p. 624.

GUNSTONE, F. D. **Composition and properties of edible oils**. 1 ed., Hoboken: Food Science, Technology and Nutrition BlackWell, 2013. p. 543.

GUO, Q.; GAO, S.; SUN, Y.; GAO, Y.; WANG, X.; ZHANG, Z. Antioxidant efficacy of rosemary ethanol extract in palm oil during frying and accelerated storage. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 94, p. 82-88, 2016.

GUZMAN, R.; TANG, H.; SALLEY, S.; SIMON NG, K. Y. Synergistic effects of antioxidants on the oxidative. **Food Chemistry**, London, v. 11, p. 125-143, 2014.

HERTOG, M. G. L.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 40, p. 2379-2383, 2000.

HIDALGO, F. H.; ZAMORA, R. 2-Alkenal-scavenging ability of *m*-diphenols. **Food Chemistry**, London, v. 160, p. 118-126, 2014.

HIROMOTO, P. J.; UMEDA, W. M.; JORGE, N. Antioxidant activity of phenolic compounds in ethanolic extract of *Hibiscus sabdariffa* L. on oxidative stability of soybean oil. **Current Bioactive Compounds**, Sharjah, v. 17, p. 1-0, 2021.

HOSSEINI, H. M.; GHORBANI, N.; MESHGINFAR, A. S.; MAHOONAK. A review on frying: Procedure, fat, deterioration progress and health hazards. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 93, p. 445-466, 2016.

HRASŤ, A. R.; HADOLIN, M.; KNEZ, Ž.; BAUMAN, D. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. **Food Chemistry**, London, v. 71, p. 229-233, 2000.

HUI, Y. H.; PALIYATH, G.; BENJAKUL, S.; TOLDRÁ, F.; NOLLET, L. **Food Biochemistry and Food Processing**. 1 ed., Hoboken: John Wiley & Sons, 2012. p. 896.

HUNTER, S. C.; CAHOON, E. B. Enhancing vitamin E in oilseeds: unraveling tocopherol and tocotrienol biosynthesis. **Lipids**, Chicago, v. 42, p. 97-108, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. **Produção Agrícola, 2019**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cebola/sp>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

IFESAN, B. O. T.; FADIPE, E. A.; IFESAN, B. T. Investigation of antioxidant and antimicrobial properties of garlic peel extract (*Allium sativum*) and its use as natural food additive in cooked beef. **Journal of Scientific Research & Reports**, Hooghly, v. 3, n. 5, p. 711-721, 2014.

İNANÇ HORUZ, T.; MASKAN, M. Effect of the phytochemicals curcumin, cinnamaldehyde, thymol and carvacrol on the oxidative stability of corn and palm oils at frying temperatures. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 52, n. 12, p. 8041-8049, 2015.

IQBAL, S.; BHANGER, M. I. Stabilization of sunflower oil by garlic extract during accelerated storage. **Food Chemistry**, London, v. 100, n. 1, p. 246-254, 2007.

JIANG, Q. Natural forms of vitamin E: metabolism, antioxidant and anti-inflammatory activities and the role in disease prevention and therapy. **NIH Public Access**, Rockville Pike, v. 154, n. 11, p. 2262-2265, 2014.

JIN, E. Y.; LIM, S.; KIM, S.; PARK, Y. Optimization of Various Extraction Methods for Quercetin from Onion Skin Using Response Surface Methodology. **Food Science Biotechnology**, New York, v. 20, n. 6, p. 1727-1733, 2011.

JIN, E. Y.; LIM, S.; KIM, S.; PARK, Y.; JANG, J. K.; CHUNG, M.; PARK, H. Optimization of various extraction methods for quercetin from onion skin using response surface methodology. **Food Science and Biotechnology**, New York, v. 20, n. 6, p. 1727-1733, 2011.

JORGE, N. **Química e tecnologia de óleos vegetais**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. p. 165.

JORGE, N.; PIETRO, T. A.; LUZIA, D. M. M.; VERONEZI, C. M. Caracterização fitoquímica do óleo de soja adicionado de extrato de *Portulaca oleracea* L. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n.1, p. 1-6, 2018.

JORGE, N.; VERONEZI, C. M.; DEL RÉ, P. V. Antioxidant effect of thyme (*Thymus vulgaris* L.) and oregano (*Origanum vulgare* L.) extracts in soybean oil under thermoxidation. **Journal of Food Processing and Preservation**, Hoboken, v. 39, n. 6, p. 1399-1406, 2015.

JORGE, N.; VERONEZI, C. M.; PEREIRA, D. C. Antioxidant effect of red pepper (*Capsicum frutescens*) extract in soybean oil under accelerated storage test. **Advance Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 14, n. 4, p. 108-113, 2018.

JORGE, N.; VERONEZI, C. M.; PEREIRA, D. C. Extracts of red peppers: antioxidant activity and sensory evaluation. **Nutrition & Food Science**, London, v. 46, p. 228-236, 2016.

KALLEL, F.; DRISS, D.; CHAARI, F.; BELGHITH, L.; BOUAZIZ, F.; GHORBEL, R.; CHAABOUNI, S. E. Garlic (*Allium sativum* L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 62, p. 34-41, 2014.

KAMAL-ELDIN, A. **Lipid Oxidation Pathways**. 1 ed., Chicago, AOCS Press, 2003. p. 316.

KAMAL-ELDIN, A.; APPELQVIST, L. A. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. **Lipids**, Chicago, v. 31, p. 671-701, 1996.

KARRE, L.; LOPEZ, K.; GETTY, K. J. K. Natural antioxidants in meat and poultry products. **Meat Science**, Amsterdam, v. 94, n. 2, p. 220-227, 2013.

KASHINO, Y.; MUROTA, K.; MATSUDA, N.; TOMOTAKE, M.; HAMANO, T.; MUKAI, R.; TERAOKA, J. Effect of processed onions on the plasma concentration of quercetin in rats and humans. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 80, n. 11, p. 2597-2602, 2015.

KELLER, J.; CAMARÉ, C.; BERNIS, C.; ASTELLO-GARCÍA, M.; DE LA ROSA, A. P.; ROSSIGNOL, M.; DEL SOCORRO S. D. M.; SALVAYRE, R.; NEGRE-SALVAYRE, A.; GUÉRAUD, F. Antiatherogenic and antitumoral properties of *Opuntia cladodes*: inhibition of low density lipoprotein oxidation by vascular cells, and protection against the cytotoxicity of lipid oxidation product 4-hydroxynonenal in a colorectal cancer cellular model. **Journal of Physiology and Biochemistry**, New York, v. 71, n. 3, p. 577-587, 2015.

KERRIHARD, A. L.; PEGG, R. B.; SARKAR, A.; CRAFT, B. D. Update on the methods for monitoring UFA oxidation in food products. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 117, n. 1, p. 1-14, 2015.

KHALIFA, S. A.; GOMAA, A. M. Effect of anthocyanins extracted from peanut skins, roselle calyces and outer peels of onions on quality and colour stability of yoghurt beverages during storage. **Journal of Food and Dairy Sciences**, Mansoura, v. 12, n. 3, p. 49-58, 2021.

KI LIN, C. S.; PFALTZGRAFF, L. A.; HERRERO-DAVILA, L.; MUBOFU, E. B.; ABDERRAHIM, S.; CLARK, J. H.; KOUTINAS, A. A.; KOPSAHELIS, N. Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. **Energy & Environmental Science**, Cambridge, v. 6, p. 426-464, 2013.

KIM, K.; TSAO, R.; YANG, R.; CUI, S. W. Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. **Food Chemistry**, London, v. 95, p. 466-473, 2006.

KIM, S.; JONES, R.; YOO, K. S.; PIKE, L. M. Gold color in onions (*Allium cepa*): a natural mutation of the chalcone isomerase gene resulting in a premature stop codon. **Molecular Genetics and Genomics**, New York, v. 272, p. 411-419, 2004.

KIM, S.; YOO, K. S.; PIKE, L. M. The basic color factor, the C locus, encodes a regulatory gene controlling transcription of chalcone synthase genes in onions (*Allium cepa*). **Euphytica**, New York, v. 142, p. 273-282, 2005.

KIM, T.S.; YEO, J.; KIM, J.Y.; KIM, M.J.; LEE, K. Determination of the degree of oxidation in highly-oxidised lipids using profile changes of fatty acids. **Food Chemistry**, London, v. 138, p. 1792-1799, 2013.

KUBOW, S. Routes of formation and toxic consequences of lipid oxidation products in foods. **Free Radical Biology and Medicine**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 63-81, 1992.

KUPPUSAMY, S.; VENKATESWARLU, K.; MEGHARAJ, M. Examining the polyphenol content, antioxidant activity and fatty acid composition of twenty-one different wastes of fruits, vegetables, oilseeds and beverages. **SN Applied Sciences**, New York, v. 2, p. 673, 2020.

KURIAKOSE, L. L.; TEENU, M.; STEPHEN, E. A. Optimization of various extraction methods, for quercetin from onion skin. **International Journal of Humanities**, Mandsaur, v. 5, n. 12, p. 109-116, 2017.

KWAK, J.; MIN, N.; KIM, M.; VALAN, S.; KIM, M.; KYOUNG, S.; KIM, J. Variation of quercetin glycoside derivatives in three onion (*Allium cepa* L.) varieties. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Amsterdam, v. 24, p. 1387-1391, 2017.

LAND, D. G.; SHEPHERD, R. Scaling and ranking methods. In: PIGGOTT, J.R. (Ed.) **Sensory analysis of foods**. 1 ed., London: Elsevier Applied Science, 1988 p. 155.

LEE, J.; KOO, N.; MIN, D. B. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Hoboken, v. 3, p. 21-33, 2004.

LEE, K. A.; KIM, K.; KIM, Y. J.; CHUNG, M.; CHANG, P.; PARK, H.; PAI, H. Antioxidant activities of onion (*Allium cepa* L.) peel extracts produced by ethanol, hot water, and subcritical water extraction. **Food Science and Biotechnology**, New York, v. 23, n. 2, p. 615-621, 2014.

LEE, K. A.; KIM, K.; NAH, S.; CHUNG, M.; CHO, S.; PAIK, H. Antimicrobial and antioxidative effects of onion peel extracted by the subcritical water. **Food Science and Biotechnology**, New York, v. 20, n. 2, p. 543-548, 2011.

LIU, C.; LI, J.; BI, Y.; WANG, X.; SUN, S.; YANG, G. Thermal losses of tertiary butylhydroquinone (TBHQ) and its effect on the qualities of palm oil. **Journal of Oleo Science**, Chuo-ku, v. 748, n. 9, p. 739-748, 2016.

LI, Y.; LI, F.; YANG, R.; LIU, C.; ZHAO, Q.; JIN, X.; WANG, X. Oxidation degree of soybean oil at induction time point under Rancimat test condition: Theoretical derivation and experimental observation. **Food Research International**, Barking, v. 120, p. 756-762, 2019.

LIU, S.; LIN, J.; WANG, C.; CHEN, H. Antioxidant properties of various solvent extracts from lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) flowers. **Food Chemistry**, London, v. 114, n. 2, p. 577-581, 2009.

LUMLEY, I. D. Polar compounds in heated oils. In: VARELA, G.; BENDER, A. E.; MORTON, I. D.; HORWOOD, E. (eds.). **Frying of foods: principles, changes, new approaches**, 1 ed., Chichester, Ellis Horwood Series in Food Science and Technology, 1988. p. 166-173.

LUZIA, D. M. M. ; JORGE, N. . Extrato de sementes de limão (*Citrus limon*) como fonte natural de antioxidantes. **Revista Universidade Rural. Série Ciências da Vida**, Niterói, v. 29, p. 1-6, 2009.

MALACRIDA, R.; JORGE, N. Alterations of soybean oil and a mixture of “dendê” oil and soybean oil (1:1) during the discontinuous frying of Chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 245-249, 2003.

MALACRIDA, C. R.; JORGE, N. Influência da relação superfície/volume e do tempo azeite de dendê-óleo de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 724-730, 2006.

MALCOLMSON, L. J.; VAISEY-GENSER, M.; PRZYBYLSKI, R.; ESKIN, N. A. M. Sensory stability of canola oil: present status of shelf life studies. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 71, n. 4, p. 435-440, 1994.

MANOHAR, C. M.; MURAYYAN, A.; SHI, J. Screening Ontario grown onion varieties for antioxidant properties. **La Société Canadienne de Génie Agroalimentaire et de Bioingénierie**, n. CSBE16-021, 2016.

MARTINS, Patricia Fazzio. **Estudos e experimentos para a concentração de tocoferóis e fitoesteróis por meio da destilação molecular**. Orientadora: Maria Regina Wolf Maciel. Tese (Doutorado em Engenharia Química). 225 f. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

MASSON, B. L.; ROBERT, P.; IZAURIETA, M.; ROMERO, N.; ORTIZ, J. Fat deterioration in deep fat frying of french fries potatoes at restaurant and food sliop sector. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 50, p. 460-468, 1999.

MATTHÄUS, B.; HAASE, N. U.; UNBEHEND, G. Chemical and sensory characteristics of products fried in high-oleic, low-linolenic rapeseed oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 86, n. 8, 799-808, 2009.

MASZEWSKA, M. A.; FLOROWSKA, E.; DLUZEWSKA, M.; WRONIAK, K.; MARCINIAK-LUKASIAK, A.; ZBIKOWSKA, M. Oxidative stability of selected edible oils. **Molecules**, Basel, v. 23 n. 7, p. 1746-1758, 2018.

MEDINA-JUAREZ, L. A.; GAMEZ-MEZA, N.; ORTEGA-GARCIA, J.; NORIEGA-RODRIGUEZ, J. A.; ANGULO-GUERRERO, O. Trans fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 77, p. 721-724, 2000.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory Evaluation Techniques**, 4 ed., Boca Raton: Taylor & Francis, 2006. p. 464.

MENEZES, E. G. T.; DO CARMO, J. R.; MENEZES, A. G.; ALVES, J. G.; PIMENTA, C. J.; QUEIROZ, F. Use of different extracts of coffee pulp for the production of bioethanol. **Applied Biochemistry and Biotechnology**, Clifton, v. 169, p. 673-687, 2013.

MICHALAK-MAJEWSKA, M.; ZŁOTEK, U.; SZYMANOWSKA, U.; SZWAJGIER, D.; STANIKOWSKI, P.; MATYSEK, M.; SOBOTA, A. Antioxidant and potentially anti-inflammatory properties in pasta fortified with onion skin. **Applied Sciences**, Basel, v. 10, p. 8164, 2020.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. 1 ed., Viçosa: Ed. UFV, 2006. p. 23-33.

MOBIN, L.; PIRZADA, Z.; SAEED, G. Stabilization of edible oil by onion peel and ratan jot extract on world journal of pharmaceutical research jot extract on storage to prevent human health. **World Journal of Pharmaceutical Research**, Sofia, v. 4, n. 4, p. 12-24, 2015.

MORAES, M. A. C. **Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos**. 7 ed., Campinas: Unicamp, 1988. p. 66-74.

MOSTAFA TAGHVAEI; JAFARI, S. M. Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 52, n. 5, p. 1272-1282, 2015.

MOURE, A.; CRUZ, J. M.; FRANCO, D.; DOMÍNGUEZ, J. M.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; NÚÑEZ, M. J.; PARAJO, J. C. Natural antioxidants from residual sources. **Food Chemistry**, London, v. 72, n. 2, p. 145-171, 2001.

MUNIR, A.; SULTANA, B.; BASHIR, A.; GHAFAR, A.; MUNIR, B.; SHAR, G. A.; NAZIR, A.; IQBAL, M. Evaluation of antioxidant potential of vegetables waste. **Polish Journal of Environmental Studies**, Wrocław, v. 27, n. 2, p. 947-952, 2018.

MUROYA, K.; TERAOKA, J. Antioxidative flavonoid quercetin: implication of its intestinal absorption and metabolism. **Biochemistry and Biophysics**, Amsterdam, v. 417, p. 12-17, 2003.

NAQVI, S. A. Z.; IRFAN, A.; ZAHOR, A. F.; ZAFAR, M.; MARIA, A.; CHAND, A. J.; ASHFAQ, S. Determination of antimicrobial and antioxidant potential of agro-waste peels. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Campinas, v. 92, n. 2, e20181103, 2020.

NAYAK, P. K.; DASH, U.; RAYAGURU, K.; KRISHNAN, K. R. Physio-chemical changes during repeated frying of cooked oil: a review. **Journal of Food Biochemistry**, Hoboken, v. 40, p. 371-390, 2016.

NG, S.; CHOONG, Y.; TAN, C.; LONG, K.; NYAM, K. Effect of total solids content in feed emulsion on the physical properties and oxidative stability of microencapsulated kenaf seed oil. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 58, n. 2, p. 627-632, 2014.

NIKI, E.; TRABER, M. G. A History of Vitamin E. **Annals of Nutrition and Metabolism**, Basel, v. 61, p. 207-212, 2012.

NILE, S. H.; NILE, A. S.; KEUM, Y. S.; SHARMA, K. Utilization of quercetin and quercetin glycosides from onion (*Allium cepa* L.) solid waste as an antioxidant, urease and xanthine oxidase inhibitors. **Food Chemistry**, London, v. 235, p. 119-126, 2017.

NUUTILA, A. M.; PUUPPONEN-PIMIÄ, R.; MARJUKKA, A.; OKSMAN-CALDENTEY, K. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by Inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. **Food Chemistry**, London, v. 81, p. 485-493, 2003.

O'BRIEN, R. D. **Oils and fats: formulating and processing for applications**. 3 ed., New York: CRC Press, 2008. p. 423-430.

O'KEEFE, S. F.; PIKE, O. A. **Fat Characterization**. 4th ed. New York: Springer Science and Business Media, 2010, p. 119.

OLIVEIRA, V. A.; VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Avaliação do óleo de soja adicionado de extratos de cascas e sementes de romã (*Punica granatum* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Francisco Beltrão, v. 14, n.02, p. 3284-3297, 2020.

OLIVEIRA, V. R.; MENDONÇA, J. L.; SANTOS, C. A. F. **Sistemas de produção. Embrapa hortaliças**, Brasília, Embrapa, 2004. p. 83-98.

OMRAN, A. A.; SELEEM, H. A.; ALFAUOMY, G. A. Evaluation of pan bread quality enriched with onion peels powder. **Plant Archives**, Uttar Pradesh, v. 20, n. 2, p. 9029-9038, 2020.

ORDOÑEZ, J. A. P. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 294.

OSAWA, C. C.; GONÇALVES, L. A. G.; MENDES, F. M. Avaliação dos óleos e gorduras de fritura de estabelecimentos comerciais da cidade de Campinas/SP. As boas práticas de fritura estão sendo atendidas?. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 21, n. 1, p. 47-55, 2010.

OU, B.; HUANG, D.; HAMPSCH-WOODILL, M.; FLANAGAN, J.; DEEMER, E. Analysis of antioxidant activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. **Journal of Agriculture Food and Chemistry**, Washington, v. 50, p. 3122-3128, 2002.

PATTERSON, H. B. W. **Bleaching and purifying fats and oils: theory and practice**. Champaign: AOCS Press, 1992. p. 457-470.

PETROPOULOS, S. A.; NTATSI, G.; FERNANDEZS. Â.; BARROS, L.; BARREIRA, J. C. M.; FERREIRA, I. C. F. R.; ANTONIADIS, V. Long-term storage effect on chemical composition, nutritional value and quality of Greek onion landrace "Vatikiotiko". **Food Chemistry**, London, v. 201, p. 168-176, 2016.

PINELA, José Virgílio Santulhão. **Efeito do processo de secagem no potencial antioxidante e na composição fitoquímica de plantas medicinais da família Fabaceae**. Orientador: Isabel Cristina Fernandes Rodrigues Ferreira. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia), Escola Superior Agrária de Bragança, Bragança, 2012.

PITARO, S. P.; LUZIA, D. M. M.; SILVA, A. C.; JORGE, N. Efficiency of spice extracts in soybean oil stability during heating. **Carpathian Journal of Food Science and Technology**, Cluj Napoca, v. 12, n. 1, p. 102-109, 2020.

PLAYER, M. E.; KIM, H. H.; LEE, H. O.; MIN, D. B. Stability of α -, γ -, or δ -tocopherol during soybean oil oxidation. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 71, p. C456-C460, 2006.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of *Brassica* vegetables : a review. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 40, p. 1-11, 2007.

POKORNÝ, J.; SCHMIDT, S.; PARKÁNYIOVÁ, J. Ultraviolet-visible spectrophotometry in the analysis of lipid oxidation. In: KAMAL-ELDIN, A.; POKORNÝ, J. **Analysis of lipid oxidation**. Champaign: AOCS Press, 2005. p. 341-370.

PROKOPOV, T.; SLAVOV, A.; PETKOVA, N.; YANAKIEVA, V.; BOZADZHIEV, B.; TANEVA, D. Study of onion processing waste powder for potential use in food sector. **Acta Alimentaria**, Budapest, v. 47, n. 2, p. 181-188, 2018.

PRZYBYLSKI, R.; WU, J.; ESKIN, M. A rapid method for determining the oxidative stability of oils suitable for breeder size samples. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 90, p. 933-939, 2013.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Revisão Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. . Antioxidant action of rosemary extract in soybean oil submitted to thermoxidation. **Grasas y Aceites**, Sevilla, v. 59, p. 128-131, 2008.

RE, R. PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS^{•+} radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, Amsterdam, v. 26, n. 9, p. 1231-1237, 1999.

REISCHE, D. W.; LILLARD, D. A.; EITENMILLER, R. R. Antioxidants. In: **Food Lipids Chemistry, Nutrition, and Biotechnology**, 2 ed.; AKOH, C. C.; MIN, D. B. New York: Ed. Marcel Dekker: 2002, p. 489-516.

RIBEIRO, E. F.; JORGE, N. Oxidative stability of soybean oil added to coffee husk extract (*Coffea arabica* L.) under accelerated storage conditions. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 37, p. 5-10, 2017.

RIERA, J. B.; CODONY, R. **Recycled cooking oils : assessment of risks for public health final study**, Luxembourg: Scientific and Technological Options Assessment. 2000. p. 70.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: OMNI, 2001, p. 71.

RODRÍGUEZ GALDÓN, B.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, D. R. Flavonoids in onion cultivars (*Allium cepa* L.). **Food Chemistry**, London, v. 73, n. 8, p. 599-605, 2008.

RODRÍGUEZ GALDÓN, B.; RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, E. M.; DÍAZ ROMERO, C. Flavonoids in onion cultivars (*Allium cepa* L.). **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 73, p. 599-605, 2008.

ROSSELL, J. B. **Rancidity in foods**. London: Applied Science Publishers Ltd., 1983, p. 199.

SAGAR, N. A.; PAREEK, S. Dough rheology, antioxidants, textural, physicochemical characteristics, and sensory quality of pizza base enriched with onion (*Allium cepa* L.) skin powder. **Scientific Reports**, New York, v. 10, p. 18669, 2020.

SAGAR, N. A.; PAREEK, S.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A. Quantification of flavonoids, total phenols and antioxidant properties of onion skin: a comparative study of fifteen Indian cultivars. **Journal of Food Science and Technology**, New York, v. 57, n. 7, p. 2423-2432, 2020.

SAINI, R. K.; KEUM, Y. -S. Tocopherols and tocotrienols in plant and products: a review on methods of extraction, chromatographic separation, and detection. **Food Research International**, Braking, v. 82, p. 59-70, 2016.

SALDEEN, K.; SALDEEN, T. Importance of tocopherols beyond α -tocopherol: Evidence from animal and human studies. **Nutrition Research**, Amsterdam, v. 25, p. 877-889, 2005.

SANTOS, L. R.; CLARA, M. P. F.; VERONEZI, C. M.; JORGE, N. Efeito do extrato de *Curcuma longa* L. como antioxidante natural em óleo de soja. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 6, n. 2, p. 1966-1979, 2021.

SASSE, A.; COLINDRES, P.; BREWER, M. S. Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of cooked. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 74, n. 1, p. 1-6, 2009.

SAVIC-GAJIC, I. M.; SAVIC, I. M.; NIKOLIC, V. D. Modelling and optimization of quercetin extraction and biological activity of quercetin-rich red onion skin extract from Southeastern Serbia. **Journal of Food and Nutrition Research**, Newark, v. 57, n. 1, p. 15-26, 2018.

SEPPANEN, C.; SONG, Q.; CSALLANY, A. The antioxidant functions of tocopherol and tocotrienol homologues in oils, fats, and food systems. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 87, p. 469-481, 2010.

SHAHIDI, F. **Bailey's industrial oil & fats products**. 6 ed. New York: John Wiley & Son, 2005. p. 3616.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, U. N. Measurement of lipid oxidation and evaluation of antioxidant activity. SHAHIDI, F. (Ed.), **Natural antioxidants: chemistry, health effects, and applications**, Illinois: AOCS Press, 1997, p. 379-396.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Lipid oxidation and improving the oxidative stability. **Chemical Society Reviews**, Cambridge, v. 39, v. 4067-4079, 2010.

SHARMA, K.; MAHATO, N.; NILE, S. Economical and environment-friendly approaches for usage of onion (*Allium cepa* L.) wastes. **International Journal of Food Science & Technology**, Cambridge, v. 51, n. 2, p. 1-12, 2016.

SHARMA, K.; MAHATO, N.; NILE, H. S.; LEE, T.; LEE, Y. R. Economical and environmentally-friendly approaches for usage of onion (*Allium cepa* L.) waste. **Food & Function**, Cambridge, v. 7, p. 3354-3369, 2016.

SHERWIN, E. R. Antioxidants for vegetable oils. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 53, n. 6, p. 430-436, 1976.

SHIM, S.; YI, H.; KIM, Y. Bioaccessibility of flavonoids and total phenolic content in onions and its relationship with antioxidant activity. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v. 62, n. 8, p. 835-838, 2011.

SILVA, A. C.; JORGE, N. Influence of *Lentinus edodes* and *Agaricus blazei* extracts on the prevention of oxidation and retention of tocopherols in soybean oil in an accelerated storage test. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 51, n. 6, p. 1208-1212, 2014.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Methods for the evaluation of the degree of lipid oxidation and the antioxidant activity. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1998.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos , carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, p. 669-681, 2010.

SIMIC, M. G. Free radical mechanisms in autoxidation processes. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 58, n. 2, p. 125, 2009.

SINDI, H. A.; MARSHALL, L. J.; MORGAN, M. R. A. Comparative chemical and biochemical analysis of extracts of *Hibiscus sabdariffa*. **Food Chemistry**, London, v. 164, p. 23-29, 2014.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SLIMESTAD, T. F.; VÁGEN, I. M. Onions: A source of unique dietary flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 55, p. 10.067-10.080, 2007.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 15, n. 1, p. 71-81, 2002.

SOUSA, C. M. M.; SILVA, H. R.; VIEIRA-JR, G. M.; AYRES, M. C. C.; COSTA, C. L. S.; ARAÚJO, D. S.; CAVALCANTE, L. C. D.; BARROS, E. D. S.; ARAÚJO, B. M.; BRANDÃO, M. S. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 351-355, 2007.

SOUZA, Michele Moraes. **Avaliação da atividade antifúngica e antimicotoxinas de extratos de farelo de arroz, cebola e microalga chlorella**. Oreintadora: Eliana Badiale Furlong. 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.

SPIRIDON, I.; DARIE-NITA, R.N.; ELENA, G.; LUDWICZAK, J.; ALEXANDRA, I.; SPIRIDON, C.; NICULAUA, M. New opportunities to valorize biomass wastes into green materials. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 133, p. 235-242, 2016.

STAUFFER, C. E.. **Fats & oils: practical guides for the food industry**. 2 ed., St. Paul: Eagan Press, 1999 p. 211-220.

STEVENSON, S. G.; ESKIN, N. A. M. Quality control in the use of deep frying oils. **Journal American Oil Society**, Chicago, v. 61, n. 6, p. 1102-1103, 1984.

SUHAJ, M. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity : a review. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 19, p. 531-537, 2006.

SZYDŁOWSKA-CZERNIAK, A.; DIANOCZKIB, C.; RECSEGB, K.; KARLOVITS, G.; SZŁYK, E. Determination of antioxidant capacities of vegetable oils by ferric-ion spectrophotometric methods. **Talanta**, Amsterdam, v. 76, p. 899-905, 2008.

TAGHAVIPOUR, M.; GHASEMI, Y.; AKBARI, M.; SHAFIEE, A.; HAJIGHADIMI, S.; MORADIZARMEHRI, S.; RAZI, E.; SAVARDASHTAKI, A.; MIRZAEI, H. Quercetin and cancer: new insights into its therapeutic effects on ovarian cancer cells. **Cell & Bioscience**, New York, v. 10, p. 10-32, 2020.

TAKESHITA, Y.; YONEYAMA, S.; TANABE, S.; MIKI, S.; ARAKAWA, A.; IIMURA, K.; SHIKAMA, T.; SHIMIZU, Y.; SUZUKI, O.; TANAKA, A.; HARA, S. Determination of peroxide value by acetic acid-isooctane method. **Journal of Japan Oil Chemists' Society**, Tokyo, v. 43, p. 586-593, 1994.

THUY PHAM, T. P.; KAUSHIK, R.; PARSHETTI, G. K.; MAHMOOD, R.; BALASUBRAMANIAN, R. Food waste to energy conversion technologies: current status and future directions. **Waste Management**, Amsterdam, v. 38, p. 399-408, 2015.

TOHMA, S.; TURAN, S. Rosemary plant (*Rosmarinus of ficinalis* L.), solvent extract and essential oil can be used to extend the usage life of hazelnut oil during deep frying. **European Journal of Lipid Science and Technology**, Weinheim, v. 117, p. 1.978-1.990, 2015.

TRINDADE, A. S. N.; Dantas, A. F.; Lima, D. C.; Ferreira, S. L. C.; Teixeira, L. S. G. Multivariate optimization of ultrasound-assisted extraction for determination of Cu, Fe, Ni and Zn in vegetable oils by high-resolution continuum source atomic absorption spectrometry. **Food Chemistry**, London, v. 185, p. 145-150, 2015.

UBHAYASEKERA, Sarojini. **Sterols and oxysterols: occurrence and analysis in by-product feed fats and animal tissues**. Orientador: Paresh Chandra. 2009. 74 f. Tese (Doctoral in Food Science and Technology). Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2009.

URBANČIČ, M. H.; KOLAR, D.; DIMITRIJEVIĆ, L.; DEMŠAR, R.; VIDRIH, S. Stabilisation of sunflower oil and reduction of acrylamide formation of potato with rosemary extract during deep-fat frying. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 57, p. 671-678, 2014.

VAFADAR, A.; SHABANINEJAD, Z.; MOVAHEDPOUR, A.; FALLAHI, F.; TAGHAVIPOUR, M.; GHASEMI, Y.; AKBARI, M.; SHAFIEE, A.; HAJIGHADIMI, S.; MORADIZARMEHRI, S.; RAZI, E.; SAVARDASHTAKI, A.; MIRZAEI, H. Quercetin and cancer: new insights into its therapeutic effects on ovarian cancer cells. **Cell & Bioscience**, New York, v. 10: 32.

VERCELLOTTI, J. R.; ANGELO, A. J. S.; SPANIER, A. M. Lipid oxidation in foods. **Journal of Chemical Information and Modeling**, Washington, v. 24, n. 7, p. 987-998, 2010.

VERONEZI, C. M.; COSTA, T.; JORGE, N. Basil (*Ocimum basilicum* L.) as a natural antioxidant. **Journal of Food Processing and Preservation**, Hoboken, v. 38, n. 2014, p. 255-261, 2012.

VIAN, M. A.; ELMAATAOUI, M.; DANGLES, O. A remarkable influence of microwave extraction: Enhancement of antioxidant activity of extracted onion varieties. **Food Chemistry**, London, v. 127, n. 4, p. 1472-1480, 2011.

VIANA, L. T. Sensory analysis in the food industry. **Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 64, n. 366, p. 12-21, 2009.

VIERA, V. B.; PIOVESAN, N.; RODRIGUES, J. B.; MELLO, R. DE O.; PRESTES, R. C.; SANTOS, R. C. V DOS.; VAUCHER, R. DE A.; HAUTRIVE, T. P.; KUBOTA, E. H. Extraction of phenolic compounds and evaluation of the antioxidant and antimicrobial capacity of red onion skin (*Allium cepa* L.). **International Food Research Journal**, Serdang, v. 24, n. 3, p. 990-999, 2017.

WAI, W. T.; SAAD, B.; LIM, B. P. Determination of *TOTOX* value in palm oleins using a FI-potentiometric analyzer. **Food Chemistry**, London, v.113, p. 285-290, 2009.

WEISS, M.; HAUFE, J.; CARUS, M.; BRAND, M.; BRINGEZU, S.; HERMANN, B.; PATEL, M. K. A review of the environmental impacts of biobased materials. **Journal of Industrial Ecology**, Hoboken, v. 16, p. S169-S181, 2012.

XIE, Y. S.; JIANG, M.; LI, Y.; GUO, Y.; CHENG, H.; QIAN, W. YAO, H. Evaluation on the formation of lipid free radicals in the oxidation process of peanut oil. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 104, p. 24-29, 2019.

XU, X. Q. A new spectrophotometric method for rapid assessment of deep frying oil quality. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 77, p. 1083-1086, 2000.

YANG, X. Z.; SUN, W.; WANG, Q.; ZHOU, G.; SHI, F.; WEI, G.; JIANG, Y. Developmental toxicity of synthetic phenolic antioxidants to the early life stage of zebrafish. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 643, p. 559-568, 2018.

YOSHIDA, Y.; NIKI, E.; NOGUCHI, N. Comparative study on the action of tocopherols and tocotrienols as antioxidant: chemical and physical effects. **Chemistry and Physics of Lipids**, Amsterdam, v. 123, n. 1, p. 63-75, 2003.

YOSHIDA, Y.; SAITO, Y.; JONES, L.; SHIGERI, Y. Chemical reactivities and physical effects in comparison between tocopherols and tocotrienols: physiological significance and prospects as antioxidants. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Amsterdam, v. 104, p. 439-45, 2008.

YOUNG, E.; NILE, S. H.; WON, S. Effect of different exposed lights on quercetin and quercetin glucoside content in onion (*Allium cepa* L.). **Saudi Journal of Biological Sciences**, Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 398-403, 2015.

ZHANG, C. X.; WU, H.; WENG, X. C. Two novel synthetic antioxidants for deep frying oils. **Food Chemistry**, London, v. 84, p. 219-222, 2004.

ZHANG, Q.; WAN, C.; TIAN, J.; QI, D.; LIU, S.; WU, D.; CHEN, H.; HU, B.; DONG, H.; QIN, W. Use of ethanol extract of *Chuanminshen Violaceum* to inhibit the deterioration of frying oil. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 155, 112808, 2020.

ZHANG, Y.; YANG, L.; ZU, Y.; CHEN, X.; WANG, F.; LIU, F. Oxidative stability of sunflower oil supplemented with carnosic acid compared with synthetic antioxidants during accelerated storage. **Food Chemistry**, London, v. 118, n. 3, p. 656-662, 2010.

ZHAO, X. S.; WU, G.; GONG, G.; LI, L.; ZHUANG, H. TBHQ and peanut skin inhibit accumulation of PAHs and oxygenated PAHs in peanuts during frying. **Food Control**, Amsterdam, v. 75, p. 99-107, 2017.

ZOTAJ, J.; ÇAÇI, A.; TARE, K.; KOKALARI, J.; LAME, A.; KOKALARI, T. Quercetin extracted from onion skin is an efficient green inhibitor against the corrosion of metals. **Albanian Journal of Agricultural Sciences**, Tirana, p. 459-462, 2017.