AVALIAÇÃO DE ÓLEOS VEGETAIS REFINADOS COMERCIALIZADOS NA CIDADE DE PELOTAS-RS

Tamires Soares Schug[1], Lilia Schug de Moraes [2], Diego Araujo da Costa[3], Andressa Salies Souza[4], Larissa Riberas Silveira[5], Carla Mendonça[6]

[1]Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil (tamiresschug@gmail.com)
[2]Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil
[3]Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil
[4]Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil
[5]Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil
[6]Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Brasil

RESUMO: Os óleos vegetais são gorduras extraídas de plantas, são insolúveis em água, sendo formados majoritariamente por ésteres de ácidos graxos com glicerol, denominados triglicerídeos, além de menores quantidades de monoglicerídeos, diglicerídeos, ácidos graxos livres, tocoferóis, proteínas, esteróis, vitaminas, entre outros compostos minoritários, sendo amplamente utilizados na alimentação humana. A qualidade de um óleo é determinada por várias etapas criteriosas que compreendem desde a seleção da matéria prima, o processo de fabricação, assim como o de conservação, entretanto, a ocorrência de irregularidades, devido a fraudes, adulterações e falsificações têm sido detectadas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade físico-química de óleos vegetais refinados comercializados no município de Pelotas/RS. Foram utilizadas quatro tipos de óleos vegetais refinados, sendo eles: óleo de soja, óleo de algodão, óleo de girassol e óleo de milho, e determinados os parâmetros físico-químicos de identidade e qualidade, como acidez, índice de peróxidos, índice de refração, índice de iodo e índice de p-anisidina, além do conteúdo de carotenoides e clorofilas. Os resultados evidenciaram que, no geral, as amostras apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos para os parâmetros de qualidade (acidez e índice de peróxidos) pela legislação brasileira de óleos e gorduras, porém, em relação ao índice de iodo, parâmetro de identidade, encontrou-se resultado acima do limite preconizado para o óleo de milho. O óleo de algodão se destacou em relação aos demais quanto ao conteúdo dos pigmentos, tendo apresentado valores significativamente maiores. Os dados contribuíram com informações sobre as características de distintos óleos vegetais, auxiliando na escolha dos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade; Identidade; Estado de oxidação; Análises físico-químicas; Pigmentos.

1 INTRODUÇÃO

Os lipídeos são uma importante fonte de energia na dieta humana, utilizados devido a sua textura, palatabilidade, sensação de saciedade e conferirem sabor aos alimentos, tornando-os mais saboroso do ponto de vista sensorial, além de fornecer ácidos graxos essenciais, sendo considerados indispensáveis para o organismo humano (OLIVEIRA, 2021; TAN et al., 2021). Os óleos vegetais são produtos oriundos de plantas, são insolúveis em água e apresentam e são formados majoritariamente por ésteres de ácidos graxos, na forma de triacilgliceróis, apresentam também menores quantidades de mono e diglicerídeos, ácidos graxos livres, tocoferóis, proteínas, esteróis, vitaminas, entre outros compostos minoritários.

Segundo a resolução nº 481 de 15 de março de 2021, da agência nacional de vigilância sanitária (Anvisa), que dispõe sobre os requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais, óleos vegetais refinados são produtos submetidos a processos físicos ou químicos, visando principalmente a retirada de ácidos graxos livres, pigmentos, traços de metais e compostos de oxidação, para obtenção de um óleo com características sensoriais desejáveis para o consumo humano (BRASIL, 2021).

A qualidade geral de um óleo é determinada por várias etapas criteriosas, que compreendem desde

a seleção da matéria-prima, até o processo de conservação, que são fundamentais para que não haja alterações indesejadas nas características físico-químicas do produto (ALMEIDA et al., 2013; MANDARINO; HIRAKURI, 2015). No entanto, alguns estudos demonstram a ocorrência de irregularidades, como fraudes, adulterações e falsificações, geralmente atribuídas ao interesse econômico (BOUZEMBRAK et al., 2018; SALAH e NOFAL, 2021).

Óleos vegetais poliinsaturados, tais como o óleo de soja, algodão, milho e girassol, são usualmente utilizados na alimentação humana, no entanto, para serem adequados a este fim, devem passar pelo processo de refino, que visa remover as substâncias mucilaginosas, ácidos graxos livre, pigmentos, odores e sabores indesejáveis. Assim, verifica-se a importância da determinação de parâmetros que avaliem a qualidade desses óleos vegetais, bem como daqueles relacionados à identidade, que podem auxiliar na definição da melhor aplicação (ENDO, 2013; AUED-PIMENTEL, 2009).

A ocorrência de alterações nas características físico-químicas desses produtos tais como a oxidação, hidrólise, e as alterações nos índices de acidez, peróxidos e de refração, que estão diretamente relacionados à produção de compostos tóxicos ao organismo (radicais livres, peróxidos, aldeídos, cetonas entre outros), e que ainda sobre outra perspectiva, também podem comprometer as características sensoriais do produto (RIOS; PEREIRA; ABREU, 2013). Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade físico-química de óleos vegetais refinados de algodão, milho, girassol e soja, comercializados no município de Pelotas/RS.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas quatro variedades de óleos vegetais refinados: óleo de soja, óleo de algodão, óleo de milho e óleo de girassol, todos adquiridos no comércio local da cidade de Pelotas-RS.

As amostras foram avaliadas por meio das determinações de acidez, índice iodo, índice peróxidos, índice p-anisidina, além dos pigmentos carotenoides e clorofilas.

A acidez foi realizada de acordo com a metodologia proposta pela American Oil chemists Ca5a-40 (AOCS, 1992); para determinação de índice de refração utilizou-se um refratômetro de bancada tipo Abbé (40ºC); o índice de iodo foi realizado conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (LUTZ, 1985); o índice de peróxidos foi realizado de acordo com proposto pelo AOCS Cd-8-53 (1992); a quantidade de aldeídos por p-anisidina foi determinada de acordo com o AOCS cd-18-90 (1989); para a análise de carotenoides total foi utilizado a metodologia proposta por Rodrigues-Amaya (2001) com modificações e para a determinação de clorofilas total seguindo a metodologia descrita pela AOCS (1992).

Os dados foram avaliados por meio de análise estatística, aplicando o Teste Anova (95%) com auxílio do programa Statistix 10.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto a acidez (Tabela 1), é possível observar que os valores obtidos para os óleos de soja, girassol e algodão ficaram abaixo do valor máximo estabelecido pela legislação vigente, que determina o limite máximo de 0,3 g de ácido oleico 100 g^{-1} para óleos refinados (BRASIL, 1999). Já o óleo de milho apresentou valor significativamente maior que as demais amostras ($p \leq 0,05$), ficando praticamente no limite preconizado (0,31% ácido oleico). No geral, os resultados sugerem que os óleos analisados apresentam bom estado de conservação, mostrando baixa rancidez hidrolítica. Carvalho (2017), que avaliou amostras de óleos vegetais comestíveis (algodão, canola, chia, girassol, linhaça, macadâmia, milho e soja), obteve resultados de acidez inferiores ao deste estudo entre 0,0002 e 0,075 $mg.g^{-1}$. Valores elevados de acidez indicam intensidade nos processos de hidrólise, com produção dos ácidos graxos livres, e desenvolvimento de sabor e odor desagradáveis nos alimentos (CARVALHO, 2017; DOS SANTOS et al.,2017).

Os dados obtidos na determinação do índice de iodo (Tabela 1), mostraram que o óleo de soja foi o que apresentou maior valor para este parâmetro ($p \leq 0,05$). As amostras de óleo de soja, algodão e girassol mostraram-se dentro da faixa preconizada pela legislação, que para o óleo de soja é de 120 a 143 g I_2 100 g^{-1}; para o de algodão, de 99 a119 g I_2 100 g^{-1}, e para o de girassol de 110 a143 g I_2 100 g^{-1}. O óleo de milho apresentou índice de iodo superior ao limite máximo preconizado, considerando que a faixa é de 103 a 128 g I_2 100 g^{-1}. Pequenas alterações são passíveis, em decorrência de diversos processos, como influência de cultivar, fatores edafo-climáticos, processos industriais, contudo, sabe-se que a ocorrência de fraudes em óleos, em especial para aqueles de maior valor comercial, como o de oliva, são detectadas com frequência (ALMEIDA, 2015; CASADEI et al., 2021), pela adição de óleos de mais baixo valor, como o de soja. Estas fraudes são facilmente detectadas através da determinação o índice de iodo, que correlaciona-se com o grau médio

de insaturação do ácidos graxos constituintes do óleo. O óleo de soja apresenta maior valor para o índice de iodo, por apresentar maior fração de ácidos graxos insaturados que o óleo de algodão (LUI et al., 2018; MULTARI et al., 2019)

Sabe-se que ácidos graxos insaturados são benéficos à saúde, em especial os ômega 3, contudo, óleos com alto grau de insaturação tendem a apresentar menor estabilidade oxidativa, principalmente quando aquecidos em contato com o ar, como ocorre nos processos de fritura (WIEGE et al.,2020; USLU e ÖZCAN,2018; TROESCH et al.,2020). Um estudo que avaliou a qualidade de óleos de soja e girassol reutilizados, para fritar inhame, evidenciou que o óleo de girassol apresentou índice de iodo de 121 g I_2 100 g^{-1} e o de soja 124 g I_2 100 g^{-1}, valores próximos ao encontrado neste estudo (DOBOO et al., 2022). Ainda, segundo ANWAR, CHATHA e HUSSAIN (2007) pode ocorrer uma diminuição significativa no índice de iodo em óleos de soja quando o período de armazenamento do produto é superior a 180 dias.

Tabela 1. Índice de acidez, índice de iodo e índice de refração das amostras de óleos vegetais refinados comercializados na cidade de Pelotas/RS.

Amostras de óleo	A (% ácido oleico)	II (g I_2 100 g^{-1})	IR
Soja	0,29±0,01 b	134,69±9,8 a	1,464±0,000 b
Algodão	0,25±0,00 c	116,19±9,0 c	1,464±0,000 b
Milho	0,31±0,00 a	129,75±2,0 b	1,464±0,000 b
Girassol	0,26±0,00 c	128,00±1,4 b	1,466±0,000 a

A- Acidez; II- Índice de iodo; IR- Índice de refração. As letras diferentes representam diferença significativa entre os resultados, ao nível de 5% ($p \leq 0,05$). Fonte: O Autor (2023).

Com relação ao índice de refração, foi verificado no presente estudo (Tabela 1), que o óleo de girassol apresentou valor significativamente maior ($p \leq 0,05$) que as demais amostras, contudo, numericamente os valores ficaram muito próximos. As amostras de óleo analisadas, apresentaram valores dentro das faixas preconizadas pela legislação, sendo para soja: 1,466-1,470; para algodão: 1,458-1,466; para milho: 1,465-1,468, e para girassol: 1,467-1,469 (BRASIL, 1999). Diferente deste resultado, um estudo realizado por AZEVEDO et al. (2012) encontrou 1,474 como índice de refração para óleo de soja *in natura*, correspondendo a um resultado superior a faixa de valor estabelecida pela legislação. Segundo MORETTO e FETT (1998) o índice de refração é característico para cada tipo de óleo, estando relacionado com grau de insaturação das ligações, com os compostos de oxidação e tratamento térmico. Neste estudo, não se observou a influência direta do grau de insaturação no índice de refração, possivelmente, devido a relativamente estreita faixa de grau médio de insaturação das amostras (116,19 a 129,75 g I_2 100 g^{-1}), expressa pelo índice de iodo.

Os dados dos índices associados ao estado de oxidação dos produtos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Índice de peróxido, índice de p-anisidina, carotenoides totais e clorofilas totais das amostras de óleos vegetais refinados comercializados na cidade de Pelotas/RS.

Amostras de óleo	IP (mEq-g O_2 kg^{-1})	p-anisidina	Carotenoides Totais (mg kg^{-1})	Clorofilas Totais (mg kg^{-1})
Soja	2,91±0,14 a	ND	443,21±40,82 b	0,44±0,04 a
Algodão	2,00±0,28 b	ND	1229,40±64,35 a	0,60±0,18 a
Milho	1,41±0,00 c	ND	532,26±43,40 b	0,03±0,04 b
Girassol	2,20±0,28 b	ND	530,43±81,74 b	0,10±0,15 b

IP - índice de Peróxido; p-anisidina - índice de p-anisidina; ND- Não detectado. As letras diferentes representam diferença significativa entre os resultados, ao nível de 5% ($p \leq 0,05$). Fonte: O Autor (2023).

O índice de peróxido relaciona-se com o processo de oxidação de um produto lipídico, pela formação de hidroperóxidos, que levam à rancificação e alteração de características sensoriais. O óleo de soja apresentou valor significativamente maior de peróxidos e o óleo de milho, significativamente menor ($p \leq 0,05$). No entanto, todas as amostras apresentaram valores de peróxidos bem abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira (máximo de 10 mEq-g O_2 kg^{-1}) (BRASIL, 1999). Indicando a boa qualidade dos óleos, com baixas taxas de oxidação. NEGASH et al. (2019) avaliou a qualidade de óleos vegetais comestíveis do comércio local e importados e encontrou resultado superior para óleo de girassol (15,04 mEq-g O_2 kg^{-1}), evidenciando a importância desta avaliação.

O índice de p-anisidina tem sido utilizado para caracterizar o estado oxidativo de óleos brutos e refinados, pela determinação da quantidade de aldeídos, que são produtos secundários de oxidação nos óleos. Nesta determinação, a partir da metodologia utilizada, não foram detectados produtos de oxidação secundários em qualquer das amostras analisadas (Tabela 2). Para este parâmetro não há limites estabelecidos pela legislação, entretanto, considera-se que valores inferiores a 10, indicam que a amostra lipídica não apresenta teor expressivo de compostos secundários de oxidação (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

Em relação a determinação do conteúdo de pigmentos, observou-se que o óleo de algodão se sobressaiu, apresentando significativamente maiores quantidades de carotenoides totais e de clorofilas ($p \leq 0,05$). Não há parâmetros na legislação referente a quantidade de carotenoides e clorofilas em amostras de óleos e gorduras. No estudo realizado por RHAZI, DEPEINT E GOTOR (2022) em óleo de girassol refinado foram encontrados valores inferiores aos deste estudo para carotenoides e clorofilas, 0,28 mg kg^{-1} e 0,09 mg kg^{-1}, respectivamente. Já no estudo de HERNÁNDEZ e DURÁN (2020) foi encontrado um teor maior de clorofila em óleo de milho refinado (0,62 mg kg^{-1}) em comparação com o deste estudo. Os pigmentos são responsáveis pela coloração dos óleos, podem contribuir produzindo *off-favor* e também como fotossensibilizadores para as reações de oxidação. Por outro lado, especialmente alguns carotenoides, mostram potencial antioxidante, protegendo os ácidos graxos insaturados, além de apresentarem diversos efeitos benéficos à saúde dos consumidores, justificando a importância de estarem em altos teores (RHAZI; DEPEINT; GOTOR, 2022).

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos para os parâmetros avaliados indicaram que os óleos de algodão, milho, girassol e soja apresentaram boas condições em relação aos critérios qualidade, contudo, em relação a identidade, observou-se problemas em relação aos altos valores para o índice de iodo do óleo de milho.

As determinações analíticas empregadas são medidas importantes para avaliar a qualidade físico-química de produtos alimentares, a exemplo dos óleos vegetais refinados que são amplamente comercializados e incluídos na alimentação. Assim, esse estudo veio a contribuir com informações sobre as características físico-químicas de óleos vegetais refinados, na tentativa de auxiliar o consumidor a fazer melhores escolhas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, K. M.; MEDEIROS, E. P. DE; GOMES, J. P.; SOUSA, E. P. DE; SANTOS, J. W. DOS. Caracterização físico-química de misturas de óleos vegetais para fins alimentares. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 8, n. 1, p. 218 - 222, 4 May 2013.

ALMEIDA, D.S. Caracterização de óleos vegetais através da radiação espalhada e análise multivariada. 2015. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

ANWAR F., CHATHA, S.A.S, HUSSAIN, A.I. Assessment of Oxidative Deterioration of Soybean Oil at Ambient and Sunlight Storage. Grasas Y Aceites, 58, 390-395. Dec/30. 2007.

AOCS. American Oil Chemists Society. Official and tentative methods of theAmerican Oils Chemists Society, Champaign, Illinois, 1992.

AOCS. American Oil Chemists' Society. Official and tentative methods of the American Oils Chemists' Society, Champaign, IL., 1989.

AUED-PIMENTEL, Sabria et al. Trans fatty acids in refined polyunsaturated vegetable oils commercialized in the city of São Paulo, Brazil. Food Science and Technology, v. 29, p. 646-651, 2009.

AZEVEDO, R. A; JALES, A. K; LIRA SILVA, J. A; LOPES, A. S; PASSOS, C. A. A. Avaliação físico-química de óleos com diferentes graus de Insaturação submetidos à fritura de mandioca palito. Artigo Científico (Graduação em tecnologia de

alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará. 2p. 2012.

BRASIL. Ministério da saúde, Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução n. 482, de 23 de setembro de 1999. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. Diário Oficial da União, Brasília 13/10/1999, Seção 1, 1999.

BRASIL. Ministério da saúde, Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução n. 481, de 15 de março de 2021. Dispõe sobre os requisitos sanitários para óleos e gorduras vegetais. Diário Oficial da União, Brasília 17/03/2021, Seção 1, p. 249, 2021.

BOUZEMBRAK Y., STEEN B., NESLO R., LINGE J., MOJTAHED V., MARVIN H.J.P. Development of food fraud media monitoring system based on text mining. Food Control, Volume 93, p. 283-296, 2018.

CARVALHO, A.C.O. Características físico-químicas de óleos vegetais comestíveis puros e adulterados. 2017. Monografia (Licenciamento em Química) - Centro de ciência e tecnologia, Universidade estadual do norte fluminense, Campos dos Goytacazes.

CASADEI, E. V.; PANNI, F.; DONARSKI, J.; GUBERN, J. F.; LUCCI, P.; CONTE, L.; MAQUET, A.; BRERETON, P.; BENDINI, A.; TOSCHI, T. G. Emerging trends in olive oil fraud and possible countermeasures. Food Control, v. 124, p. 107902, 2021.

DODOO D.; ADJEI, F.; TULASHIE, S. K.; ADUKPOH, K. E.; AGBOLEGBE, R. K.; GAWOU, K.; MANU, G. P. Quality evaluation of different repeatedly heated vegetable oils for deep-frying of yam fries. Measurement: Food, v. 7, p. 100035, 2022.

DOS SANTOS, G. M.; BRITO, M. M.; SOUSA, P. V. L.; BARROS, N. V. A. Determinação do índice de acidez em óleos de soja comercializados em supermercados varejistas. Revista Ciência e Saúde On-line, v. 2, n. 2, 2017.

ENDO Y. Métodos analíticos para avaliação da qualidade de gorduras e óleos comestíveis: os métodos padrão JOCS para análise de gorduras, óleos e materiais relacionados (2013) e métodos avançados. J Oleo Sci. 2018; 67 (1):1–10. doi: 10.5650/jos.ess17130.

HERNÁNDEZ, Petra Beatriz Navas; DURÁN, Armando Carrasquero. Chemical and sensory characterization of corn oil flavoured by citrus. Brazilian Journal of Food Technology, v. 23, 2020.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V.1. São Paulo: O Instituto, 1985.

LIU, L.; WANG, Y.; CAO, P.; LIU, Y. Combination of Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Electron Spin Resonance Spectroscopy for Analysis of Oxidative Stability in Soybean Oil During Deep-Frying Process. Food Analytical Methods. v. 11, 1485-1492 p., 2018

MANDARINO, J. M; HIRAKURI, M. Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2015. 41 p.

MORETTO, E.; FETT, R. Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos. Varela, São Paulo, 1998.

MULTARI, S.; MARSOL-VALL, A.; HEPONIEMI, P.; SUOMELA, J. P. Changes in the volatile profile, fatty acid composition and other markers of lipid oxidation of six different vegetable oils during short-term deep-frying. Food research International, v. 122, p. 318-329, 2019.

NEGASH Y.A., AMARE D.E., BITEW B.D., DAGNE H. Assessment of quality of edible vegetable oils accessed in Gondar City, Northwest Ethiopia. BMC Res Notes. 2019 Dec 4;12(1):793. doi: 10.1186/s13104-019-4831-x. PMID: 31801628; PMCID: PMC6894337.

OKPARANTA S., DAMINABO V., SOLOMON L. Assessment of Rancidity and Other Physicochemical Properties of Edible Oils (Mustard and Corn Oils) Stored at Room Temperature. Journal of Food and Nutrition Sciences. v. 6, n. 3, p. 70-75, 2018

OLIVEIRA, Amanda Fernanda. Inogran: indústria de óleos vegetais. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

RHAZI, L.; DEPEINT, F.; GOTOR, A. A. Loss in the intrinsic quality and the antioxidant activity of sunflower (Helianthus annuus L.) oil during an industrial refining process. Molecules, v.27, ed.3, 916p. 2022.

RIOS, H. C. S; PEREIRA, I. R. O; ABREU, E. S. Avaliação da oxidação de óleos, gorduras e azeites comestíveis em processo de fritura. Revista Ciência & Saúde, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 118-126, mai./ago. 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods.Washington: ILSI Press, 2001. 64p.

SALAH, W. A.; NOFAL, M. Review of some adulteration detection techniques of edible oils. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 101, n. 3, p. 811-819, 2021.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. Química nova, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

TAN, C.H.; KONG, I.; IRFAN, U.; SOLIHIN, M. I.; PUI, L. P. Edible oils adulteration: A review on regulatory compliance and its detection Technologies. Journal of oleo Science, V. 70, ed. 10, 1343-1356 p. 2021.

TROESCH B.; EGGERSDORFER M.; LAVIANO A.; ROLLAND, Y.; SMITH, D.; WARNKE, I.; WEIMANN, A.; CALDER, P. C. Expert Opinion on Benefits of Long-Chain Omega-3 Fatty Acids (DHA and EPA) in Aging and Clinical Nutrition. Nutrients, V. 12, n.9, 2020. doi:10.3390/nu12092555.

USLU, Nurhan; ÖZCAN, Mehmet Musa. Determination of the Physicochemical Changes in the Different Vegetable Oils after Fat-Product Interaction During Frying Process. Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, V.37, n. 6, p. 191-199, 2018. doi: 10.30492/ijcce.2018.36080.

WIEGE B.; FEHLING E.; MATTHÄUS B.; SCHMIDT M. Changes in Physical and Chemical Properties of Thermally and Oxidatively Degraded Sunflower Oil and Palm Fat. Foods, V. 9, p. 1273, 2020. doi:10.3390/foods9091273.