



Palm Yağı ve Sağlık Üzerine Etkileri

Palm Oil and Effects on Health

Emre Duman¹, Alev Keser¹

¹Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye.

Özet

Palm yağı, *Elaeis guineensis* isimli palm ağacının meyvesinden elde edilen bitkisel bir yağdır. Besin endüstrisinde düşük maliyetli olması nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedir. Başta Malezya ve Endonezya olmak üzere birçok ülkede üretilen palm yağının sağlık üzerine etkileri merak konusu olmuştur. Çünkü yüksek oranda E vitamini ve karotenoid gibi antioksidan içeren palm yağının kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve kanser üzerine olumlu etkilerinin yanı sıra, doymuş yağ içeriğine ve yüksek sıcaklıktaki rafinasyon işlemi sonrası oluşan kloropropanollere bağlı olarak olumsuz etkilerinin olduğunu gösteren çelişkili veriler bulunmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar, yüksek sıcaklığa maruz kalan diğer bitkisel yağların da olumsuz etkilerinin olduğunu göstermektedir. Yakın zamanda palm yağının diğer bitkisel yağlara kıyasla daha zararlı olduğu ile ilgili görüşler ortaya atılmıştır. Bu nedenle palm yağının sağlık üzerine etkileri kanıta dayalı veriler ışığında tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: Palm Yağı, Sağlık, Kloropropanol

Abstract

Palm oil is a vegetable oil obtained from fruit of palm tree named *Elaeis Guineensis*. Palm oil is often preferred due to low cost in food industry. The health effects of palm oil produced in many countries, especially in Malaysia and Indonesia, is a matter of curiosity. Because there is conflicting evidence that palm oil containing high levels of antioxidants such as vitamin E and carotenoid has positive effects on cardiovascular diseases, diabetes and cancer as well as negative effects due to saturated fat content and chloropropanols formed after refining at high temperature. However, studies have shown that other vegetable oils exposed to high temperatures also have negative effects. There are opinions that palm oil is more harmful than other vegetable oils recently. For this reason, the health effects of palm oil will be discussed in the light of the evidence-based data.

Key words: Palm Oil, Health, Chloropropanol

Giriş

Palm yağı, *Elaeis guineensis* isimli palm ağacının meyvesinden elde edilen bir yağdır. Palm ağacı, başta Malezya ve Endonezya olmak üzere Nijerya, Tayland, Kolombiya, Papua Yeni Gine, Fildişi Sahilleri, Hindistan, Brezilya ve Ekvador'da yaygın olarak bulunmaktadır (1). Bitkisel kaynaklı olmasına rağmen yüksek oranda doymuş yağ asitleri içermektedir. Diğer yağlara kıyasla daha düşük maliyetli olduğu için özellikle besin endüstrisinde sıklıkla tercih edilmektedir. Kekler, peynirler, çipsler, çikolatalar, bebek mamaları, şekerlemeler, kurabiyeler, krakerler, dondurulmuş yiyecekler (krep, turta, pizza, patates vb.), dondurma, yulaf ezmesi, margarin, kaymak, fıstık ezmesi, salata sosları, çerezler ve hazır çorbalar gibi birçok hazır üründe kullanılmaktadır (2).

Hazır besin endüstrisinin gelişmesine bağlı olarak artan yağ ihtiyacı, daha düşük maliyetli palm yağı kullanımının artmasına neden olmuştur. Aynı büyüklükteki tarım alanından elde edilen palm yağı miktarı, diğer bitkisel yağlara kıyasla yaklaşık 10 kat daha fazladır (3). Bitkisel yağ üretiminde ekili alanların %5'ini oluştursa da diğer bitkisel yağlara kıyasla verim oranı yüksek olduğu için bitkisel yağların %33'lük kısmını ve yenilebilir yağların %45'ini oluşturmaktadır

(4). Bununla birlikte diğer bitkisel yağlardan farklı olarak, tek palm ağacı meyvesinden iki farklı bitkisel yağ üretilebilmektedir. Bunlardan biri, palm ağacı meyvesinin taze kısmı olan mezokarptan elde edilen ham palm yağı, diğeri ise çekirdeğinden elde edilen palm çekirdek yağıdır. Her ikisinin de ticari olarak değeri bulunmaktadır (2).

Son zamanlarda palm yağının diğer bitkisel yağlara kıyasla daha zararlı olduğu ile ilgili görüşler ortaya atılmıştır. Bu nedenle derleme olarak hazırlanan bu çalışmada, kanıta dayalı veriler ışığında palm yağı ve sağlık üzerine etkileri tartışılacaktır.

Palm Yağının Yapısı ve Özellikleri

Ham palm yağının temel bileşeni %44 oranıyla uzun zincirli yağ asidi olan palmitik asit (C-16:0)'tir. Bunu %39,2 oran ile oleik asit (C-18:1) ve %10,1 oran ile linoleik asit (C-18:2) izlemektedir (5). Ham palm yağı sadece uzun zincirli yağ asitlerinden oluşurken, palm çekirdek yağı orta ve uzun zincirli yağ asitlerinden oluşmaktadır (6). Palm yağının içerisindeki palmitik asit, hayvansal yağlarda bulunan palmitik aside kıyasla farklı bir kimyasal yapıya sahiptir. Palm yağındaki palmitik asit gliserolün birinci ve üçüncü karbonuna bağlıyken, hayvansal kaynaklı yağlarda palmitik asit gliserolün ikinci karbonuna bağlıdır (7). Palm yağında

gliserolün ikinci karbonunda ise oleik asit bulunmaktadır (8). Palm çekirdek yağının temel bileşeni ise %48,2 oranıyla laurik asit (C-12:0)'tir. Ayrıca %16,2 oranında miristik asit (C-14:0), %15,3 oranında oleik asit (C-18:1) ve %8,4 oranında palmitik asit (C-16:0) izlemektedir (5). Palm yağında farklı olarak, palm çekirdek yağında bulunan palmitik asidin %13-23'ünün gliserolün ikinci karbonuna bağlı olduğu (9) ve bu pozisyondaki palmitik asidin emilim oranının daha yüksek olduğu belirtilmektedir (10).

Palm yağı önemli miktarda α -, β -, γ -, δ - tokoferol ve tokotrienol, karotenoid, sterol ve koenzim Q10 içermektedir (11). Palm yağında 129-215 ppm α -tokoferol ve 262-437 ppm γ -tokotrienol bulunmaktadır (5). Ancak palm yağına uygulanan rafinasyon işlemleri, depolama ve taşıma koşulları palm yağının α -tokoferol ve γ -tokotrienol içeriğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (12).

Palm yağının fizyokimyasal özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir (5,13). Palm yağının yüksek oksidatif stabiliteye sahip olması ve dumanlanma noktasının nispeten yüksek olması özellikle kızartma yağı olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Ancak yapılan bir çalışmada, palm yağının kızartmada kullanılması ile antioksidan özelliğinin önemli düzeyde azaldığı bildirilmiştir (14). (Tablo 1)

Tablo 1. Palm yağının fizyokimyasal özellikleri

Özellik	Değer	Alt-Üst
50°C'de Yoğunluğu (g/ml)	-	0,892-0,899
Erime Noktası (°C)	37,5	33,0-45,0
110°C'de Oksidatif Stabilite İndeksi	16,9	16,6-19,0
Dumanlanma Noktası (°C)	-	230,0-235,0
Donma Noktası (°C)	-	35,0-42,0
Katı Yağ İndeksi (%)		
10°C	34,5	30,0-39,0
21,1°C	14,0	11,5-17,0
26,7°C	11,0	8,0-14,0
33,3°C	7,4	4,0-11,0
37,8°C	5,6	2,5-9,0
40°C	4,7	2,0-7,0
Viskozitesi (cP)	45,0	45,0-49,0

Palm Yağının Sağlık Üzerine Etkileri

Palm Yağı ve Kardiyovasküler Hastalıklar

Palm yağının özellikle yüksek miktarda doymuş yağ asidi içeriğine bağlı olarak dislipidemi ve kardiyovasküler hastalık gelişme riski ile ilişkili olabileceği ifade edilmektedir (15,16). Ancak yüksek antioksidan içeriğine bağlı olarak olumlu etkilerinin olduğu da bildirilmiştir (17-19). Palm yağındaki trigliseridler, pankreatik lipazın etkisiyle safra tuzu miçellerine dönüşmek yerine dışkıyla atılan çözünmeyen sabun oluşturma eğilimindedir. Bu durum dengeli bir diyetle tüketilen palm yağının kardiyovasküler hastalık oluşturma riskinin düşük olduğunu desteklemektedir (18). Palm yağının ratların plazma lipid profili üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, ratlara 12 hafta boyunca %20 oranında palm yağı içeren bir diyet verilmiş ve bu ratlar standart yemle beslenen kontrol grubu ile karşılaştırılmıştır. Dört hafta sonra

palm yağı ile beslenen deney hayvanlarının trigliserid, serum LDL ve total kolesterol düzeylerinin artmasına rağmen, 12 hafta sonra kontrol grubuna kıyasla total kolesterol ve LDL düzeyleri önemli düzeyde düşmüştür. Araştırmacılar bu etkinin palm yağının A ve E vitamini içeriğinin yüksek olması ve antioksidan özelliği ile ilgili olabileceğini öne sürmüşlerdir (20). Özellikle tokotrienollerin hidroksimetilglutaril-KoA redüktaz enzim aktivitesini inhibe ettiği ve böylelikle kolesterol sentezini inhibe ederek serum kolesterol düzeylerini düzenlediği bildirilmektedir (15). Başka bir çalışmada, palm yağı ile beslenen ratların serum lipid peroksidasyonu oranının kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde daha az olduğu, karaciğer glutatyon peroksidaz düzeyinin anlamlı derecede yüksek olduğu ve palm yağı içeren diyetin oksidatif hasarı azaltabileceği belirtilmiştir (21). Bununla birlikte Truswell (2000) çalışmasında palm yağı, zeytinyağı ve ayçiçek yağı tüketiminin serum lipidleri üzerindeki etkisine yönelik önemli bir farklılık saptamamıştır (22).

Bu çalışmaların aksine, palm yağının kardiyovasküler hastalıklar üzerine olumsuz etkilerinin de olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur. Bu olumsuz etkilerin nedeni özellikle rafinasyon işlemi sırasında uygulanan yüksek sıcaklık ile ilgilidir (23-25). Ancak bu etkiyi benzer işleme maruz kalan diğer yağların da gösterdiği bilinmektedir (26,27). Yapılan bir çalışmada, art arda 5 kez ısıtılan palm yağının ratlarda lipid peroksidasyonu ile serum lipid ve homosistein düzeyleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Isıtılmış palm yağıyla beslenen ratlarda lipid peroksidasyonu, total kolesterol ve tiyobarbitürik asit-reaktif maddeler (TBARS) düzeyleri kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde yüksek bulunmuştur (23). Palm yağının art arda ısıtılmasının ateroskleroz riski üzerine ilişkinin incelendiği bir çalışmada, patates 180°C'de 10 dakika boyunca palm yağında kızartılmış ve bu işlem 10 kez tekrarlanmıştır. Araştırma sonucunda, 6 ay boyunca 10 kez kızartılan bu palm yağı ile beslenen 24 ratta, ateroskleroz gelişme riskinin kontrol grubuna kıyasla önemli düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır (24). Diğer bir çalışmada, palm yağı tüketiminin iskemik kalp hastalığı üzerine etkisi araştırılmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan 23 ülkenin dahil edildiği bu çalışmada, yıllık kişi başına ek olarak tüketilen 1 kg palm yağının, gelişmekte olan ülkelerde gelişmiş ülkelere kıyasla daha yüksek oranda iskemik kalp hastalığına bağlı mortalite gözlenmiştir. Ayrıca doymuş yağ içeriği yüksek olan sığır eti, domuz eti, tavuk eti ve tereyağı gibi besinlerin analize dahil edilmesi, gelişmekte olan ülkelerde iskemik kalp hastalığına bağlı mortalite oranını etkilememiştir (Chen ve ark., 2011). Sonuç olarak, palm yağının kardiyovasküler sistem üzerine etkilerinin belirlenebilmesi için randomize kontrollü uzunlamasına çalışmalara gereksinim vardır.

Palm Yağı ve Tip 2 Diyabet

Bazı çalışmalar palm yağı ile beslenen ratların glukoz toleransını etkilediğini göstermektedir (28-30). Bu durumda insülin duyarlılığında azalma, serum triaçilgliserol düzeyinde yükselme ve buna bağlı olarak insülin direnci görülebileceği ifade edilmektedir (31). Palm yağı verilen ratların hücrelerine glukoz girişinin ayçiçek yağı verilenlere kıyasla daha az miktarda olduğu belirtilmiştir (32). Ancak yapılan bir

çalışmada, palm yağı ve yerfıstığı yağı ile üç hafta boyunca beslenen diyabetik ratların kan glukoz düzeyleri, kontrol grubu olan diyabetik ratlara kıyasla anlamlı derecede düşük bulunmuş, bunun nedeninin ise palm yağının antioksidan özelliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir (33). Buna ek olarak 28 gün boyunca 200 mg/kg/gün palm yağı verilen diyabetik ratların hiperglisemik durumlarının ve pankreasın oksidatif stresinin anlamlı derecede azaldığı belirtilmiştir (34).

Özellikle insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar bulunmaktadır (35-37). Yapılan bir çalışmada, dört hafta boyunca palm yağı verilen 30 kişinin kan glukoz düzeylerinde önemli bir değişiklik görülmemiştir (35). Ancak başka bir çalışmada, 39 Tip 2 diyabetli bireyde, palm yağının da olduğu doymuş yağ içeriği yüksek beslenme alışkanlığının karaciğer ve visceral yağlanmaya neden olduğu belirtilmiştir (36). Tip 2 diyabetli bireylere 9 g palm yağı ekstraktının verildiği bir çalışmanın sonucunda ise kan glukoz, glukagon benzeri peptid-1 ve peptid yy düzeylerinin iki saat içerisinde hızlı bir şekilde önemli düzeyde düştüğü saptanmıştır (37). Sonuç olarak palm yağının kan glukoz düzeyi üzerindeki etkisini inceleyen çalışma sonuçları çelişkili olup randomize kontrollü uzunlamasına çalışmalara gereksinim olduğu düşünülmektedir.

Palm Yağı ve Kanser

Palm yağında bulunan yağda çözünen bileşiklerin özellikle tokotrienollerin, prostat, göğüs, kolon, melanoma ve akciğer kanseri gibi farklı kanser hücreleri üzerinde anti-tümör etkileri olduğu gösterilmiştir (38,39). Buna ek olarak, çoğunlukla fenolik asitlerden oluşan palm meyvesi suyu olarak adlandırılan palm yağının, suda çözünen bileşenlerinin potansiyel nutrasötik özellikler sergilediği düşünülmektedir. Böylece, palm meyvesi suyuna aynı zamanda palm yağı fenolikleri de (PYF) denilmektedir. Palm ağacı meyvesinin, hidrojen veya elektron verici mekanizmalarla serbest radikalleri temizleyebildiği ve bu nedenle güçlü bir antioksidan olduğu gösterilmiştir (40). Son zamanlarda in vitro bulgular, PYF'nin tümör hücrelerinin çoğalmasını inhibe edebildiğini; meme, akciğer ve deri kanseri gibi farklı kanser hücre dizilerinde apoptozu indükleyebildiğini ortaya koymuştur (38).

Yapılan bir çalışmada, palm yağında bulunan fenolik bileşiklerin potansiyel kemoteröpatik etkiye (anti-inflamatuvar, hücre büyüme ve çoğalmasını inhibe edebilme, pro-apoptotik ve antioksidan) sahip olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışmada palm yağında bulunan fenolik bileşiklerin hücre döngüsünü ve NF- β B aktivitesini baskılayarak, hücre proliferasyonunu, büyümesini ve göçünü engellediği bulunmuştur (41). Başka bir çalışmada, palm yağından gelen β -tokotrienolün hem ölüm reseptör aracılı hem de mitokondriye bağlı apoptotik yolları aktive ettiği, böylelikle insan akciğer ve beyin kanseri tedavisinde teröpatik ajan olarak kullanılabilirliği rapor edilmiştir (42). Benzer bir çalışmada da palm yağından elde edilen ticari bir ürünün, meme kanseri hücre proliferasyonunu inhibe ettiği ve apoptozu indüklediği bulunmuştur. Ayrıca, bu ürünün üçlü negatif MDA-MB 231 hücrelerinde PI3K ve mTOR yollarını negatif olarak

modüle ettiği ve sitoprotektif otofajik yanıtı indüklediği rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda palm yağından elde edilen bu ürünün, meme kanseri hücrelerinde otofaj inhibitörü 3-MA tarafından güçlendirilerek antikanser etkileri olabileceği bildirilmiştir (43). Ancak postmenopozal kadınlar üzerinde yapılan retrospektif bir çalışmada, çoklu doymamış yağ asidi alımı veya palmitik ve steraik asit alımı ile meme kanseri insidansı arasında pozitif yönde bir ilişki saptanmıştır (44). Bu sonuçlar, palm yağının yağ asidi örüntüsünün kanser gelişme riski üzerinde olumsuz etkilerinin olabileceğini düşündürmektedir.

Palm Yağına Güncel Yaklaşım

Palm yağı, özellikle 2016 yılından bu yana oldukça popüler olan bir konudur. Bunun temel nedeni, EFSA'nın (European Food Safety Authority/Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) 2016 yılında Besin Zincirindeki Kirleticiler Paneli'nde yayınladığı rapordur. EFSA bu raporunda, bitkisel yağlarda besin kaynaklı bir bulaşan olan kloropropanollerin bulunduğunu belirtmiştir. Kloropropanoller, gliserol molekülü üzerinde çeşitli konfigürasyonlarda bir veya iki klor atomuna sahip olan gliserolün (1,2,3-propanetriol) klorlanmış türevleridir. Özellikle 200°C üzerinde ısı işlem gören yağlarda glisidol esterlerinin, 3-monokloropropan-1,2-diol'ün (3-MCPD) ve 2-monokloropropan-1,3-diol'ün (2-MCPD) bulaştığı ve bu bulaşanların karsinojenik etkisinin olduğu ifade edilmiştir. Kloropropanoller arasında özellikle 3-MCPD'nin non-geotoksik karsinojen olduğu düşünülmektedir. Soya sosu ve soya kaynaklı ürünlerde 3-MCPD'nin yüksek miktarda olduğu, bununla birlikte tahıllar, bisküviler, bebek mamaları, kavrulmuş kahve, kızartılmış ürünler, margarinler, yağlı hamurlar, tuzlu krakerler, tuzlanmış ringa balıklarında da bulunduğu ifade edilmiştir. EFSA'nın bu raporuna göre 3-MCPD'nin tolere edilebilir miktarı 2 μ g/kg/gün'dür (45). Ancak özellikle belirtilmelidir ki glisidol esterleri sadece palm yağında değil diğer rafine yağlarda da (zeytinyağı, ayçiçek yağı, kakao yağı vb.) ve tüketime hazır yiyeceklerde de bulunabilmektedir (46). Ancak bu yağlardaki konsantrasyonlarının palm yağında bulunan miktarlardan daha düşük olduğu ve buna yönelik önlemlerin alınması gerektiği ifade edilmektedir. Bununla birlikte insanlarda 3-MCPD ve glisidol esterlerinin potansiyel toksikolojik özellikleri üzerine yeterli sayıda çalışma yoktur. Bu nedenle bu bileşiklerin metabolizmaları, vücutta dağılımları ve farklı ester bileşenlerinin toksik etkileri üzerine yeterli verinin sağlanması önemli bir gerekliliktir. Bu bağlamda EFSA; kloropropanollerin metabolik etkilerinin araştırılması, bulaşmalarını önleyebilecek ya da miktarını azaltabilecek yeni araştırmaların yapılması, güvenilir düzeylerinin belirlenmesi ve uzun süreli toksisite ölçümlerinin yapılması gibi ileriye dönük hedeflerini de bu raporda bildirmiştir (47). Diğer yandan, palm yağı endüstrisinin gelişmesine bağlı olarak palm ağaçlarının bulunduğu bölgelerde yoğun olarak bulunan hayvanlar da zarar görmektedir. Özellikle orangutanların yaşam alanları kısıtlanmakta ve yok olmaları daha da hızlanmaktadır. Bu nedenle palm yağı üretiminde ekonomik çıkarların arka plana atılıp ekosistemin korunması gerektiği belirtilmektedir (48).

Sonuç

Palm yağı ile ilgili uzun süreli epidemiyolojik çalışmalar ve toksisite çalışmaları henüz yeterli sayıda olmasa da, ratlar ve insanlar üzerinde yapılan çalışmalarda sağlık üzerine olumsuz etkilerine yönelik sonuçlar çelişkilidir. Bununla birlikte, işlenme ve depolanma sırasında kloropropanollar gibi besin kaynaklı bulaşanların palm yağına geçtiği ve sağlık açısından risk oluşturdukları bilinmektedir. Ancak kloropropanollerin çok sayıda ve farklı bileşiklerden oluştuğu düşünüldüğünde bu riski diğer yağlar ve pek çok hazır besin de taşımaktadır. Günümüzde palm yağının yemek hazırlama ve pişirmede kullanılmaması, daha çok hazır ve işlenmiş besinlerde kullanılması, palm yağının tüketimine yönelik önerileri sınırlandırmaktadır.

Sonuç olarak uzun süreli epidemiyolojik çalışmalar ve toksisite çalışmaları ile olası hastalık risk faktörleri değerlendirilmeli, akut veya kronik etkileri ile ilgili daha fazla çalışma yapılmalıdır. Palm yağının işlenmesi ve depolanması sırasında olumsuz etkiye neden olabilecek faktörlerin en alt düzeye indirilmesi ile tüketicinin güveninin artırılması sağlanmalıdır.

Kaynaklar

1. UNDP [Internet]. Palm Oil Scoping Paper 2010 [Cited: 2017 Sep 09]. Available from: <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Green%20Commodities%20Facility/Palm.oil.scoping.paper.pdf>
2. Sambanthamurthi R, Sundram K, Tan YA. Chemistry and biochemistry of palm oil. *Prog Lipid Res* 2000; 39(6): 507-58.
3. FAO [Internet]. Analysis of incentives and disincentives for palm oil in Nigeria 2013 [Cited: 2017 Sep 11]. Available from: <http://www.fao.org/3/a-at585e.pdf>
4. Singh R, Ong-Abdullah M, Low ETL, Manaf MAA, Rosli R, Nookiah R, et al. Oil palm genome sequence reveals divergence of interfertile species in Old and New worlds. *Nature* 2013; 500(7462): 340-44.
5. O'Brien RD. *Fats and Oils: Formulating and Processing for Applications*. 2nd ed. Florida, CRC Press, 2010; p. 53-60.
6. Gold IL, Ukhun ME, Akoh CC. Characteristics of eutectic compositions of eestruered palm oil olein, palm kernel oil and their mixtures. *J Am Oil Chem Soc* 2011; 88: 1659-67.
7. Clifton PM. Palm oil and LDL cholesterol. *Am J Clin Nutr* 2011; 94: 1392-3.
8. May CY, Nesaretnam K. Research advancements in palm oil nutrition. *Eur J Lipid Sci Technol* 2014; 116: 1301-15.
9. Atinmo T, Bakre AT. Palm fruit in traditional African food culture. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003; 12(3): 350-4.
10. Ramirez M, Amate L, Gil A. Absorption and distribution of dietary fatty acids from different sources. *Early Hum Dev* 2001; 65: 95-101.
11. Han NM, May CY. Determination of antioxidants in oil palm leaves (*Elaeis guineensis*). *Am J Appl Sci* 2010; 7(9): 1243-47.
12. Othman N, Manan ZA, Wanalvi SR, Sarmidi MR. A review of extraction technology for carotenoids and vitamin E recovery from palm oil. *J Applied Sci* 2010; 10(12): 1187-91.
13. Mba OI, Dumont MJ, Ngadi M. Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. *Food Biosci* 2015; 10: 26-41.
14. Hamid AA, Dek MS, Tan CP, Zainudin MA, Fang EK. Changes of major antioxidant compounds and radical scavenging activity of palm oil and rice bran oil during deep-frying. *Antioxidants* 2014; 3(3): 502-15.
15. Sundram K, Sambanthamurthi R, Tan YA. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pac J Clin Nutr* 2003; 12(3): 355-62.
16. Doerner SK, Berger NA. Dietary fats as mediators of obesity, inflammation, and colon cancer. In: Dannenberg A, Berger N, editors. *Obesity, Inflammation and Cancer. Energy Balance and Cancer. Vol 7*. New York, Springer, 2013; p. 99-132.
17. Edem DO. Palm oil: Biochemical, physiological, nutritional, hematological and toxicological aspects: A review. *Plant Foods Hum Nutr* 2002; 57(3-4): 319-41.
18. Ong AS, Goh SH. Palm Oil: A healthful and cost-effective dietary component. *Food Nutr Bull* 2002; 23(1): 11-22.
19. Sen CK, Khanna S, Roy S. Tocotrienols in health and disease: the other half of the natural vitamin E family. *Mol Aspects Med* 2007; 28(5): 692-728.
20. Onyeali EU, Onwuchekwa AC, Monago CC, Monanu MO. Plasma lipid profile of Wistar albino rats fed palm oil-supplemented diets. *Int. J. Biol. Chem. Sci* 2010; 4(4): 1163-69.
21. Oluba OM, Onyeneke CE, Ojieh GC, Eidangbe GO, Orole RT. Effects of palm oil supplementation on lipid peroxidation and glutathione peroxidase activity in cholesterol fed rats. *Int J Cardiovasc Res* 2009; 6(1): 1-6.
22. Truswell AS. Comparing palmolein with different predominantly monounsaturated oils: effect on plasma lipids. *Int J Food Sci Nutr* 2000; 51(1): 73-7.
23. Adam SK, Soelaiman IN, Umar NA, Mokhtar N, Mohamed N, Jaarin K. Effects of repeatedly heated palm oil on serum lipid profile, lipid peroxidation and homocysteine levels in a post-menopausal rat model. *Mcgill J Med* 2008; 11(2): 145-51.
24. Xian TK, Omar NA, Ying LW, Hamzah A, Raj S, Jaarin K, et al. Reheated palm oil consumption and risk of atherosclerosis: evidence at ultrastructural level. *J Evid Based Complementary Altern Med* 2012; 2012: 1-6.
25. Chen BK, Seligman B, Farquhar JW, Goldhaber-Fiebert JD. Multi-Country analysis of palm oil consumption and cardiovascular disease mortality for countries at different stages of economic development: 1980-1997. *Global Health* 2011; 7(1): 45-54.
26. Adam SK, Das S, Soelaiman IN, Umar NA, Jaarin K. Consumption of repeatedly heated soy oil increases the serum parameters related to atherosclerosis in ovariectomized rats. *Tohoku J Exp Med* 2008; 215(3): 219-26.

27. Quiles JL, Huertas JR, Battino M, Ramirez-Tortosa MC, Cassinello M, Mataix J, et al. The intake of fried virgin olive or sunflower oils differentially induces oxidative stress in rat liver microsomes. *Br J Nutr* 2002; 88(1): 57-65.
28. Ikemoto S, Takahashi M, Tsunoda N, Maruyama K, Itakura H, Ezaki O. High-fat diet-induced hyperglycemia and obesity in mice: differential effects of dietary oils. *Metabolism* 1996; 45(12): 1539-46.
29. Ngueguim FT, Esse EC, Dzeufiet PD, Gounoue RK, Bilanda DC1, Kamtchoung P, et al. Oxidised palm oil and sucrose induced hyperglycemia in normal rats: effects of *Sclerocarya birrea* stem barks aqueous extract. *BMC Complement Altern Med* 2016; 16(1): 47-57.
30. Li X, Yu X, Sun D, Li J, Wang Y, Cao P, et al. Effects of polar compounds generated from deep-frying process of palm oil on lipid metabolism and glucose tolerance in Kunming mice. *J Agric Food Chem* 2017; 65(1): 208-15.
31. Kochikuzhyil BM, Devi K, Fattepur SR. Effect of saturated fatty acid-rich dietary vegetable oils on lipid profile, antioxidant enzymes and glucose tolerance in diabetic rats. *Indian J. Pharmacol* 2010; 42: 142-5.
32. Van Amelsvoort JMM, Van der Beek A, Stam JJ. Effects of the type of dietary fatty acid on the insulin receptor function in rat epididymal fat cells. *Ann Nutr Metab* 1986; 30: 273-80.
33. Adewale OF, Isaac O, Tunmise MT, Omoniyi O. Palm oil and ground nut oil supplementation effects on blood glucose and antioxidant status in alloxan-induced diabetic rats. *Pak J Pharm Sci* 2016; 29(1): 83-7.
34. Budin SB, Idris MH, Hamid ZA, Mohamed J. Tocotrienol-rich fraction of palm oil reduced pancreatic damage and oxidative stress in streptozotocin-induced diabetic rats. *Aust J Basic Appl Sci* 2011; 5(12): 2367-74.
35. Sundram K, Karupaiyah T, Hayes KC. Stearic acid-rich interesterified fat and trans-rich fat raise the LDL/HDL ratio and plasma glucose relative to palm olein in humans. *Nutr Metab (Lond)* 2007; 4(1): 3-14.
36. Rosqvist F, Iggman D, Kullberg J, Cedernaes J, Johansson HE, Larsson A, et al. Overfeeding polyunsaturated and saturated fat causes distinct effects on liver and visceral fat accumulation in humans. *Diabetes* 2014; 63: 2356-68.
37. Takeuti TD, Terra GA, da Silva AA, Terra JA Jr, da Silva LM, Crema E. Effect of the ingestion of the palm oil and glutamine in serum levels of GLP-1, PYY and glycemia in diabetes mellitus type 2 patients submitted to metabolic surgery. *Arq Bras Cir Dig* 2014; 27(1): 51-5.
38. Kumar KS, Raghavan M, Hieber K, Ege C, Mog S, Parra N, et al. Preferential radiation sensitization of prostate cancer in nude mice by nutraceutical antioxidant gamma-tocotrienol. *Life Sci* 2009; 78: 2099-104.
39. Komarasamy TV, Sekaran SD. The anti-proliferative effects of a palm oil-derived product and its mode of actions in human malignant melanoma MeWo cells. *J Oleo Sci* 2012; 61: 227-39.
40. Balasundram N, Tan YA, Sambanthamurthi R, Sundram K, Samman S. Antioxidant properties of palm fruit extracts. *Asia Pac J Clin Nutr* 2005; 14: 319-24.
41. Ji X, Usman A, Razalli NH, Sambanthamurthi R, Gupta SV. Oil palm phenolics (OPP) inhibit pancreatic cancer cell proliferation via suppression of NF- κ B pathway. *Anticancer Res* 2015; 35(1): 97-106.
42. Lim SW, Loh HS, Ting KN, Bradshaw TD, Zeenathul NA. Antiproliferation and induction of caspase-8-dependent mitochondria-mediated apoptosis by β -tocotrienol in human lung and brain cancer cell lines. *Biomed Pharmacother* 2014; 68: 1105-15.
43. Tran AT, Ramalinga M, Kedir H, Clarke R, Kumar D. Autophagy inhibitor 3-methyladenine potentiates apoptosis induced by dietary tocotrienols in breast cancer cells. *Eur J Nutr* 2015; 54(2): 265-72.
44. Sczaniecka AK, Brasky TM, Lampe JW, Patterson RE, White E. Dietary intake of specific fatty acids and breast cancer risk among postmenopausal women in the VITAL cohort. *Nutr Cancer* 2012; 64: 1131-42.
45. EFSA [Internet]. Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food 2016 [Cited: 2017 Oct 10]. Available from: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/4426>
46. Cheng WW, Liu GQ, Wang LQ, Liu ZS. Glycidyl fatty acid esters in refined edible oils: A review on formation, occurrence, analysis, and elimination methods. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2017; 16(2): 263-81.
47. Matthäus B. Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils. *Eur J Lipid Sci Technol* 2007; 109(4): 400-9.
48. Nantha HS, Tisdell C. The orangutan–oil palm conflict: Economic constraints and opportunities for conservation. *Biodivers Conserv* 2009; 18(2): 487-502.