

KAKAO YAĞI ALTERNATİFLERİ VE FRAKSİYONE KRİSTALİZASYON YÖNTEMİ İLE KAKAO YAĞI İKAMESİ ÜRETİMİ

Hatice KAVUNCUOĞLU¹ (0000-0003-3315-771X)*

Tuğba DURSUN ÇAPAR¹ (0000-0002-1075-0054)

Hasan YALÇIN¹ (0000-0002-1038-1877)

¹Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri, Türkiye

Geliş / Received: 29.01.2018

Kabul / Accepted: 28.03.2018

ÖZ

Çikolatanın sertlik, kırılabilirlik, ağızda hızlı ve tam erimesi, parlaklık ve raf ömrü gibi parametrelerinden sorumlu olan kakao yağı, çikolatadaki en pahalı hammadDEDİR. Çikolata ve şekerleme endüstrisinde kakao yağı yerine daha ekonomik oluşu, yağ çiçeklenmesi, yağ kusması gibi problemleri önlemesi, depolama direncini artırması gibi avantajları nedeniyle kakao yağı ikameleri kullanılmaktadır. Genellikle kakao yağı eşdeğerleri, kakao yağı benzerleri veya kakao yağı yerini tutanlar olarak sınıflandırılan kakao yağı ikameleri çeşitli modifikasyon yöntemleri ile üretilmektedir. Bu yöntemlerin başlıcaları; hidrojenasyon, interesterifikasyon (kimyasal veya enzimatik) ve fraksiyone kristalizasyondur. Hidrojenasyon ve interesterifikasyon yağın kimyasal yapısında geri dönüşümsüz değişimler meydana getirirken, fraksiyonasyon farklı bileşen gruplarının seçici bir fiziksel seperasyonla ayrılmasıdır. Tamamen fiziksel bir yöntem olan fraksiyone kristalizasyon yöntemi ile kakao yağı ikamesi üretiminde genellikle palm yağı kullanılmakta ve palm yağında eksik olan yağ asidi ve triaçilgliseroller shea yağı gibi farklı bir yağ ya da yağlar ile paçallama yapılarak tamamlanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kakao yağı, çikolata, modifikasyon, fraksiyone kristalizasyon.

CACAO BUTTER ALTERNATIVES AND PRODUCTION OF COCOA BUTTER LIKE FATS BY FRACTIONAL CRYSTALLIZATION

ABSTRACT

Cacao butter which is responsible for parameters such as hardness, brittleness, quick and full range of mouth, brightness and shelf life of chocolate, is the most expensive raw material in chocolate. Cocoa butter substitutes are used in chocolate and confectionery industry because of advantages such as more economical formation instead of cocoa oil, prevention of problems such as oil blossoming, oil vomiting and increasing storage resistance. Generally, cacao butter like fats classified as cocoa butter equivalents, cacao butter substitutes or cacao butter replacer are produced by various modification methods. The best known modification processes applied today in the edible oil industry are hydrogenation, interesterification (chemical or enzymatic) and fractionation. Hydrogenation and interesterification are strictly based on an irreversible chemical change in the composition of the fatty matter, whereas in fractionation the composition is modified by a selective physical separation of the different component groups. Production of cocoa butter like fats with fractional crystallization, which is a completely physical method, generally uses palm oil. Fatty acid and triacylglycerols, which are missing in palm oil, are completed by blending with a different fat or fats such as shea oil.

Keywords: Cacao butter, chocolate, modification, fractional crystallization.

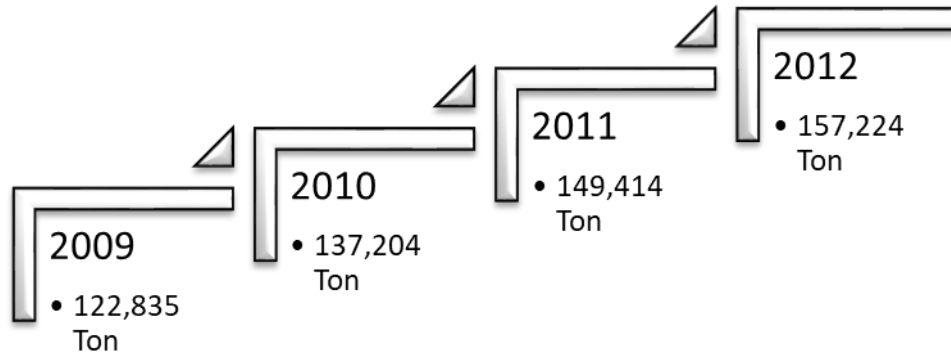
*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.:+90 352 2076666 ; e-mail / e-posta: haticetk@erciyes.edu.tr

1. GİRİŞ

Kakao yağı gıda endüstrisinde oldukça yaygın olarak kullanılan önemli ve pahalı bir hammaddedir [1]. Kakao yağının önemi bu yağın bileşimindeki özgünlük ve ürünlere kazandırdığı önemli fiziksel özelliklerden ileri gelmektedir. Kakao yağının kristal kafesi çok özel bir bileşime sahiptir ve bünyesinde yer aldığı ürüne parlaklık, ısıрма efekti etkisi (çıtırtı), ağza alındığında hızla erime gibi kakaolu ürünlerde arzu edilen özellikleri sağlar [2]. Kakao yağı % 20-26 palmitik asit, % 29-38 stearik asit % 29-38 oleik asit ve bununla beraber polar lipidler, steroller ve 150-200 ppm arasında tokoferol içerir. Kakao yağı trigliseridleri 1,3 pozisyonunda doymuş yağ asitlerine ve 2 pozisyonunda oleik aside sahiptir. Kakao yağındaki triaçilgliserollerin yaklaşık %90'ının simetrik triaçilgliserollerden oluşması bu yağın fonksiyonelliğinde önemli bir etkidir. Kakao yağı 27-33 °C arasında erir. Oldukça dar bir aralıkta gerçekleşen, erime profilinin dikliği, lezzetin ortaya çıkmasında önemli bir etkidir [3]. Lezzet hem kakao yağından hem de yağ olmayan bileşenleri destekleyen devamlı bir faz görevi gören kakao yağının taşıdığı bileşenlerden ileri gelir ve kakao yağı ağızda eridikçe ortaya çıkar. Eğer kakao yağı keskin bir erime özelliğine sahipse, lezzetin ortaya çıkması yoğun ve hızlı bir şekilde olur. Kakao yağının erime profili yeterince dik değilse bu durum lezzetin ortaya çıkmasındaki durumu azaltabilir. [4].

Kakao yağına ikame bir yağ üretilmek istendiğinde bu dik erime profilinin sağlanması gerekmektedir. Ürünün 20 °C'de % katı yağ miktarının 80, 37.5 °C'de ise % katı yağ miktarının 0 düzeylerinde olması istenmektedir. Burada 20 °C marketi temsil etmektedir ve market koşullarında ürünün erimeden katı halde tüketiciye sunulması hedeflenmektedir. 30 °C ev ortamını temsil etmekte tüketime hazır fakat arzu edilmeyen düzeyde yumuşamanın da olmadığı ürünü tüketicinin bu koşullarda muhafaza edebilmesi gerekmektedir. 37.5 °C ise insan ağızını temsil etmekte ve yutma gerçekleşmeden, ürünün ağızda tamamen erimesi ve lezzetin yoğun ve kalıcı olarak algılanması amaçlanmaktadır.

Kakao yağının özelliklerini bünyesinde barındıran başka bir doğal yağ yoktur. Fakat kakao yağının tedarikindeki belirsizlik, kalitedeki çeşitlilik ve en önemlisi fiyatının diğer yağlara kıyasla yüksek olması gibi durumlar kakao yağına alternatif yağ arayışını gerekli kılmıştır [5]. Dünya çikolatalı mamuller 2012 ihracat verileri incelendiğinde % 17,2'lik pay ile Almanya birinci (4 milyar dolar ihracat), % 11,1'lik pay ile Belçika (2,6 milyar dolar) ikinci ve % 7'lik pay (1,6 milyar dolar) ile Hollanda üçüncü sırada yer almaktadır. Türkiye'de çikolatalı mamüllerin ihracatı ise 2009 yılında 122,835 ton iken 2012 yılında bu rakam 157,224 olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Türkiye'de çikolata ve ürünlerinin pazar hacmi 2014 yılında 115,6 milyon kg değerindedir. 2018 yılında ise pazar hacminin 148,8 milyon kg'a çıkması beklenmektedir.



Şekil 1. Türkiye'nin çikolatalı mamuller ihracatı

2. KAKAO YAĞI İKAMELERİ

Çikolata ve şekerleme sanayiinde dolgu ve kaplama yağı olarak kullanılan kakao yağı ikameleri genel olarak 3 gruba ayrılır;

- Kakao yağı eşdeğerleri (CBE),
- Kakao yağı benzerleri (CBS) veya laurik benzerler ve
- Kakao yağı yerini tutanlar (CBR) veya laurik olmayan benzerler [6].

KAKAO YAĞI ALTERNATİFLERİ ve FRAKSİYONE KRİSTALİZASYON YÖNTEMİ İLE KAKAO YAĞI İKAMESİ ÜRETİMİ

2.1. Kakao Yağı Eşdeğeri

Bu yağlar laurik olmayan, kakao yağı ile her oranda karıştırılabilen, bileşimi kakao yağına oldukça yakın olacak şekilde üretilmiş, fiziksel ve kimyasal olarak kakao yağına benzerlik gösteren yağlardır. Kakao yağı eşdeğerleri, kakao yağı gibi katı fazda tam çözünmeli, çikolata formülasyonlarında kullanılabilmesi için erime karakteristikleri, yağ asidi ve trigliserid kompozisyonları yüksek düzeyde benzerlik göstermelidir. Aroma stabiliteyi iyi olmaları ve β formunda kristalize olmalıdır. Bu yağlar hidrojenasyon, interesterifikasyon ve fraksiyone kristalizasyon gibi modifikasyon yöntemleri ile elde edilirler [7]. Kakao yağından daha ucuz oldukları için ekonomiktir, üründe süt yağına karşı toleransı artırır, yağ çiçeklenmesinin kontrolünde yardımcıdır ve yüksek sıcaklıklarda depolama direncini artırır [8].

2.2. Kakao Yağı Benzerleri

Bu yağlar bazı fiziksel benzerlikler göstermesine karşın kimyasal olarak kakao yağından tamamen farklı, laurik bitkisel yağlardır. Hindistan cevizi yağı gibi yağların modifikasyonu ile elde edilen bu yağlar, kakao yağından daha ucuz olması, daha uzun raf ömrü sertlik ve aroma gibi bazı özelliklerin kakao yağına benzerlik göstermesi sebebiyle tercih edilirler [8]. Bununla birlikte bu yağlar nemli ortamda lipaz enzimiyle hidroliz olabilirler. Bu durumda serbest kalan laurik asit, çok az bulunduğu durumlarda bile hissedilebilen keskin sabunsu bir lezzete neden olur. Yaygın kullanım alanı düşük yağlı veya yağı alınmış kakao tozuna eklenmek suretiyledir.

2.3. Kakao Yağı Yerini Tutanlar

Bu yağların ise yağ asidi kompozisyonu kakao yağına benzerlik göstermesine karşın, trigliserid dağılımı oldukça farklıdır. Laurik olmayan bu yağlar, trans yağ asidi de içerebilmekte, zincir uzunluğu ve moleküler ağırlığı kakao yağı ile benzerlik göstermektedir. Bu yağlar kakao yağı benzerleri ile kıyaslandığında daha fazla uyum içerisinde olmalarına karşın kakao yağı eşdeğerlerine göre daha sınırlı uyum içerisinde dir.

3. FRAKSİYONLAMA İLE KAKAO YAĞI İKAMESİ ÜRETİMİ

Gıda sanayiine daha sağlıklı ve daha üstün kaliteli ürünler gibi belli başlı tüketici tercihleri yön vermektedir. Bu gibi eğilimler çikolata ve şekerleme sektörlerinde daha da yaygındır ve sürekli yeni ürün arayışı oluşmaktadır. Yeni ürün üretimi ya da mevcut ürünlerin kalitelerinin iyileştirilmesi çalışmalarında yağ, ürüne sağladığı hem tekstürel özellikler, hem besinsel değere katkısı göz önüne alındığında en önemli ingrediye durumundadır. Yağ modifikasyon tekniklerinden fraksiyone kristalizasyon da 21. yüzyılın modifikasyon tekniği olarak kabul edilmektedir. [9]. Endüstriye yönelik katı yağ üretiminde ilk adım hidrojenasyon olmuştur. Fakat trans yağ asitlerinin sağlık üzerine olumsuz etkilerinin tespiti üzerine katı yağlar interesterifikasyon yöntemi ile üretilmeye başlanmıştır. Bu yöntemde de katalizör ve diğer kimyasalların kirletici etkisi söz konusu olduğundan talep tamamen fiziksel bir yöntem olan fraksiyone kristalizasyona doğru hızlı bir eğilim göstermektedir.

Fraksiyone kristalizasyon işlemi;

- 1) Direkt fraksiyonasyon (dry fractionation),
- 2) Çözgen fraksiyonasyonu (solvent fractionation),
- 3) Yüzey aktif madde destekli fraksiyonasyon (detergent fractionation, lipofrac ya da Lanza)

olmak üzere üçe ayrılır. Gıda endüstrisinde kaybın olmadığı ve hiç kimyasalın kullanılmadığı tamamen fiziksel bir işlem olan direkt fraksiyonasyon daha yaygın kullanılmaktadır.

Fraksiyone kristalizasyon, doymuş trigliseridlerin, doymamış trigliseridlerden ayrıldığı termomekanik bir ayrıştırma işlemidir. Kristalizasyon işlemi, kristal nüvesinin (çekirdeğinin) oluşması ve oluşan çekirdeğin gelişmesi olmak üzere iki basamakta gerçekleşmektedir [9]. Başlangıçta tamamen sıvı halde olan yağ, yavaş bir şekilde soğutulmalıdır. Soğutma işlemine devam edildiğinde yağda yüksek sıcaklık derecelerinde ergiyen trigliseridler sıcaklık ve karıştırma hızına bağlı olarak kristalize olmaya başlar. Kristal çekirdeği, stabil olmayan aşırı doymuş bölgede oluşmaya başlamaktadır. Kristalizasyon işleminde kristal nüvesinin oluşumunu başlatılmak için aktivasyon enerjisi gerekmektedir. Soğutma sonucu bölgesel sıcaklık farkının meydana gelmesine bağlı olarak konsantrasyon farkının oluşması, kristal çekirdeğinin oluşumunun başlaması için itici güç oluşturmaktadır. Karıştırma işleminin uygulanmadığı durumlarda işlemi kontrol eden mekanizma difüzyon iken,

hızlı bir karıştırmanın uygulanması durumunda kristal partiküllerinin birleşerek daha büyük kristalleri oluşturduğu kristal bileşimi mekanizması etkili olmaktadır [10, 11].

Kristal çekirdeğinin oluşum hızının kristal gelişiminden daha hızlı olması durumunda katı faz, küçük kristaller içermektedir. Çok hızlı soğutma, stabil olmayan ve kolayca yığın haline gelebilen küçük kristallerin oluşumuna, yavaş soğutma ise daha büyük ve stabil kristallerin meydana gelmesine neden olmaktadır. Termodinamik anlamda stabilite: katı/sıvı faz dengesi yanında katı fazdaki kristallerin polimorfik yapısında da değişikliğe neden olmaktadır. Trigliceridler α , β ve β' olmak üzere üç değişik formda kristallenmektedir. Değişik polimorflar için çekirdeklenme oranları $\alpha > \beta' > \beta$ şeklindedir. Bu nedenle β polimorfu en kararlı olduğu ve termodinamik olarak tercih edildiği halde, α ve β' kristalleri daha kolay oluşur. α formu dayanıksızdır, β' , α formundan daha stabildir. β kristalleri de boyutları büyük olduğu için diğer kristallerin çökmesini önleyecek bir işleve sahiptir. Kakao yağı, α , γ , β' ve β kristallerine dönüşmekte ve bu kristaller sırasıyla 17, 23, 26 ve 35-37 °C'lerde erimektedir [1].

Palm yağı yaklaşık %35-40 1,3-dipalmitoyl-2-oleoyl-glycerol (POP) içerir, palm yağından fraksiyone kristalizasyonla elde edilen palm yağı orta-fraksiyonu ise fraksiyonlama işlemi sayesinde POP açısından %70-80'e kadar zenginleştirilmiş olur. Palm yağı orta fraksiyonu, kakao yağına benzer düzeyde 1,3-distearoyl-2-oleoyl-glycerol (StOSt) triaçilgliserollerini içerse de, davranış olarak kakao yağıyla özdeş değildir; bu yağda rac-palmitoyl-stearoyl-2-oleoyl-glycerol (POST) ve StOSt triaçilgliserollerini eksiktir. POP, POST ve StOSt'nin faz davranışları karmaşık olduğu için bu tip bir farklılık, bu yağların kakao yağını ikame etmesi açısından önemli bir etkidir. Eksik olan triaçilgliserol çeşitleri bunlarca zengin olan yağ veya yağ fraksiyonları karıştırılarak yani harmanlama işlemi yapılarak tamamlanır [4]. Yapılan çalışmalarda kakao yağı ikamelerinin üretiminde palm yağı ile birlikte shea yağı, illipe, kokum, mango kernel yağı gibi katkıları farklı oran ve proses şartları ile üretilmiştir.

Modifikasyon yöntemleri ile kakao yağı ikamesi üretimi üzerine yapılan bazı akademik çalışmalar aşağıda özetlenmiştir:

Zaliha ve ark. [12] palm yağını direkt fraksiyonasyon işlemine tabi tutmuşlar ve 18, 15, 11 ve 9 °C'lerdeki kristalizasyon özelliklerini diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC), atımlı nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi ve gaz kromatografisi (GC) ile incelemiştir. Bu çalışmayla olein ve stearin fraksiyonlarının bulut noktası, kayma erime noktası, katı madde içeriği gibi fiziksel özelliklerinin kristalizasyon sıcaklığına bağlı olduğunu tespit edilmiştir. Olein ve stearin fraksiyonlarındaki iyot sayısı ve palmitik asit içeriğinin de kristalizasyon sıcaklığından etkilendiği ortaya konmuştur.

Jahurul ve ark. [13] süperkritik karbon dioksit ile ekstrakte edilmiş mango çekirdeği yağını (MÇY) palm stearin (PS) ile farklı oranlarda paçallamış (MÇY/PS (90/10, 85/15, 80/20 ve 75/25) ve kakao yağı yerini tutan yağ üretmeyi amaçlamışlardır. %10 - 25 palm stearin içeren paçalların yağ asidi kompozisyonu, iyot sayısı (41.8 - 42.4 g I2 /100 g yağ), sabunlaşma sayısı (195.7 - 195.9 mg KOH/g yağ), asit değeri (%2.4 - 2.9), kayma erime noktası (37.7 - 39.9 °C) gibi fizikokimyasal özelliklerinin ticari kakao yağı yerini tutan yağlara benzediği saptanmıştır.

Zaidul ve ark. [5] palm çekirdeği yağını süperkritik karbon dioksit kullanarak dört farklı fraksiyona ayırmış (bütün fraksiyonların yağ asidi kompozisyonunu belirleyerek, düşük laurik asit ve yüksek oleik asit içerenleri belirlemiştir) ve bunu palm yağı ve C18:1, C18:0 yağ asitleri ile belirli yüzdelerde 10 farklı şekilde paçallamışlardır. İlk paçalda kayma erime noktası ve katı madde içeriği ticari kakao yağı yerine geçen yağlara kıyasla yüksek bulunmuş fakat 2-10 arasındaki paçallarda 37.5 °C'de % katı yağ içeriği 0 bulunmuştur. İyot sayısı, sabunlaşma sayısı, asit değeri gibi özelliklerin bütün paçallarda ticari kakao yağları ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Chaleepa ve ark. [14] hindistan cevizi yağını "layer melt kristalizasyon" yöntemi ile fraksiyone kristalizasyon işlemine tabi tutmuş ve kristalizasyon parametrelerini optimize etmeyi amaçlamışlardır. Yağın izotermal kristalizasyon davranışları diferansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile analiz edilmiş, fraksiyone olan ürünün bu özellikleri kayma erime noktası ve katı madde içeriği ile ifade edilmiştir. Işık mikroskopuyla kristal morfolojisini incelenmiştir.

Kaphueakngam ve ark. [15] mango tohumu yağı ile palm yağı orta fraksiyonunu 100/0, 90/10, 80/20, 70/30, 60/40, 50/50 ve 0/100 oranlarında harmanlayarak kakao yağı ile karıştırmış ve kakao yağı ikamesi üretmişlerdir. Sonuç olarak, 80/20 oranında yapılan harmanlama ile en iyi kakao yağı ikamesinin üretilebileceği ifade edilmiştir.

Long ve ark. [16] palm oleini farklı miktarlardaki diaçilgliserollerle birlikte rafinasyon, harmanlama ve koku giderme işlemlerini uygulayarak super olein ve soft stearin elde ettikten sonra direkt fraksiyonasyon işlemine tabi tutmuşlardır. İşlem görmemiş ve fraksiyone işlemi uygulanmış super olein ve soft stearin numunelerinin iyot değeri, bulut noktası, yağ profili ve katı madde içeriği gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri incelenmiştir. Süper olein fraksiyonunda fraksiyone edilmemiş örneğe kıyasla daha iyi iyot değeri (65) ve bulut noktası (1.3°C) tespit edilmiştir.

KAKAO YAĞI ALTERNATİFLERİ ve FRAKSİYONE KRİSTALİZASYON YÖNTEMİ İLE KAKAO YAĞI İKAMESİ ÜRETİMİ

Jahurul ve ark. [1] süperkritik sıvılarla ekstrakte edilmiş mango çekirdeği yağını (MÇY) palm stearin (PS) ile 10 farklı şekilde paçallamış (MÇY/PS, 95:5 (paçal 1), 90:10 (paçal 2), 85:15 (paçal 3), 80:20 (paçal 4), 75:25 (paçal 5), 70:30 (paçal 6), 65:35 (paçal 7), 60:40 (paçal 8), 55:45 (paçal 9) 50:50 (paçal 10)) ve sert kakao yerine geçen yağ üretimi amaçlamışlardır. Örneklerin trigliserit kompozisyonu, erime ve kristallenme özellikleri, kristal morfolojisi, katı madde içeriği incelenmiştir. Bütün paçallarda POP (%8.6-17.7), 1-palmitoyl-2-oleoyl-3-stearoyl-glycerol (POS) (%12.6-19.6) ve StOSt (%37.2-31.4) temel trigliseritler olarak tespit edilmiştir. Polarize ışık mikroskopundaki görüntüler paçallardaki kristal morfolojisinin birbirinden oldukça farklı olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak ortaya çıkarılan ürün, sıcak iklimlerde kullanılabilecek sert kakao yağı yerine geçen yağ olarak tanımlanmıştır.

Bootello ve ark. [17] ayçiçek yağı sert stearini (%65– 95) desaturated triaçilgliserol ihtiva eden shea stearin ve palm orta fraksiyonu ile paçallamış ve kakao yağı eşdeğeri yağ üretim olanaklarını araştırmışlardır. 25 °C’ deki faz davranış şemaları göz önüne alındığında ayçiçek yağı sert stearin ile elde edilen bütün paçalların kakao yağı eşdeğeri yağ olarak kakao yağı ile uyumlu olduğu ortaya konmuştur.

Maheshwari ve YellaReddy [18] kokum yağını sütlü ve bitter çikolata formülasyonlarına farklı oranlarda ilave ederek reoloji, sertlik ve triaçilgliserol kompozisyonu üzerine etkilerini araştırmışlardır. %5’ e kadar kokum yağı ilavesinin çikolataların plastik viskozite değeri üzerine etkisi olmadığı fakat sertliğin arttığı gözlemlenmiştir. 30 °C’deki katı madde içeriği de artarak %15 düzeylerine çıktığı bildirilmiştir. Sonuç olarak kakao yağına %5’e kadar kokum yağı ilavesinin çikolatanın ısı direnci özelliğini artırdığı ifade edilmiştir. Bu durum sıcak iklimlerde üretimi daha elverişli hale getirebilecek bir modifikasyondur.

4. SONUÇ

Oda sıcaklığında kırılğan, vücut sıcaklığında ise tam ve hızlı bir erime karakteristiği gösteren kakao yağı ile aynı fiziksel özelliklere sahip başka bir doğal yağ yoktur. Birçok bitkisel yağ kakao yağı ikamesi olarak kullanılabilir. Üretim ise interesterifikasyon ya da fraksiyone kristalizasyon yöntemleri ile gerçekleştirilebilmektedir. Ortaya çıkan yeni ürünün kakao yağı ikamesi olarak değerlendirilebilmesi için, kakao yağına benzer yağ asidi ve triaçilgliserol profilinin yakalanması gerekmektedir. Bu maksatla bitkisel yağlar paçallama ve/veya fraksiyonlama yoluyla modifiye edilebilir. Bu iki işlemin birlikte uygulanması, doğal ve eşdeğer ürün üretiminde oldukça başarılı bir uygulamadır. Kakao yağının özellikle maliyetinin yüksek oluşu, endüstri açısından bu alandaki çalışmalarını elzem kılmaktadır. Yukarıda özetlenen çalışmalarla görüldüğü üzere, özellikle palm yağı, mango çekirdeği yağı gibi yağların birlikte kullanımıyla kakao yağına alternatif yağların üretilebildiği ortaya konulmuştur. Bu alanda yapılacak daha kapsamlı çalışmalarla, sektörün değişen ihtiyaçlarına cevap verebilecek ürünlerin üretimi mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1] JAHURUL, M. H. A., Z Aidul, I. S. M., NIK NORULAINI, N. A., SAHENA, F., ABEDIN, M. Z., MOHAMED, A., ve ARK. “Hard cocoa butter replacers from mango seed fat and palm stearin”, Food Chemistry, 154, 323–329, 2014.
- [2] UYGUN, F., “Fındık Yağı Kullanılarak Enzimatik İnteresterifikasyon Yöntemiyle Kakao Yağı İkamesi Üretimi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2007.
- [3] LIPP, M., SIMONEAU, C., ULBERTH, F., ANKLAM, E., CREWS, C., BRERETON, P., GREYT, W. DE, SCHWACK, W., WIEDMAIER, C., “Composition of Genuine Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents”, Journal of Food Composition and Analysis, 14, 399-408, 2001.
- [4] SMITH, K.W., “Cocoa Butter and Cocoa Butter Equivalents, in Structured and Modified Lipids”, 401-422, Eds. Gunstone, F.D. Marcel Dekker, Inc., New York, USA, 2001.
- [5] Zaidul, I. S. M., NIK NORULAINI N. A., MOHD OMAR, A.K., SMITH JR., R. L., “Blending of supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) extracted palm kernel oil fractions and palm oil to obtain cocoa butter replacers”, Journal of Food Engineering, 78, 1397–1409, 2007.
- [6] LIPP, M., ANKLAM, E., “Review of cocoa butter and alternative fats for use in chocolate-Part A. Compositional data”, Food Chemistry, 62, 1, 73-97, 1998.
- [7] ABIGOR, R.D., MARMER, W.N., FOGLIA, T.A., JONES, K.C. DICICCIO, R.J., ASHBYB, R. UADIAC, P.O., “Production of Cocoa Butter-like Fats by the Lipase-Catalyzed Interesterification of Palm Oil and Hydrogenated Soybean Oil”, JAOCS 80, 12, 2003.

H. KAVUNCUOĞLU, T. DURSUN ÇAPAR, H. YALÇIN

- [8] SHUKLA, V.K.S., “Confectionery Fats, in Edible Fats and Oil Processing: Basic Principles and Modern Practices”, pp. 228-232, Eds. Erickson, D.R., American Oil Chemists’ Society, Illinois, 1990.
- [9] TIMMS, R.E., “Fractional crystallisation–the fat modification process for the 21 st century”, Eur. J. LipidSci. Technol, 107, 48–57, 2005.
- [10] GÜMÜŞKESEN, A. VE YEMİŞÇİOĞLU F., “Bitkisel Yağ Teknolojisi”, İzmir, 224 s, 2004.
- [11] KAYAHAN, M., “Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri”, Ankara, 263s, 2002.
- [12] ZALIHA, O., CHONG, C. L., CHEOW, C. S., NORIZZAH, A. R., KELLENS M. J., “Crystallization properties of palm oil by dry fractionation”, Food Chemistry 86, 245–250, 2004.
- [13] JAHURUL, M. H. A., ZAIDUL, I. S. M., NIK NORULAINI, N. A., SAHENA, F., KAMARUZZAMAN, B. Y., GHAFOOR, K., OMAR, A. K. M., “Cocoa butter replacers from blends of mango seed fat extracted by supercritical carbon dioxide and palm stearin”, Food Research International, 65, 401–406, 2014.
- [14] CHALEEPA, K., SZEPE, A., ULRICH, J., “Dry fractionation of coconut oil by melt crystallization”, Chemical Engineering Research and Design, 88, 1217–1222, 2010.
- [15] KAPHUEAKNGAM, P., FLOOD, A., SONWAI, S., “Production of cocoa butter equivalent from mango seed almond fat and palm oil mid-fraction”, As. J. Food Ag-Ind, 2, 04, 441-447, 2009.
- [16] LONG, K., JAMARİ, M. A., ISHAK, A., YEOK, L. J., LATIF, R. A., AHMADILFITRI, LAI O. M., “Physico-chemical properties of palm olein fractions as a function of diglyceride content in the starting material”, Eur J Lipid Sci Technol, 107, 754–761, 2005.
- [17] BOOTELLO, M. A., HARTEL, R. W., GARCÉS, H. R., MARTÍNEZ-FORCE, E., & SALAS, J. J., “Evaluation of high oleic-high stearic sunflower hard stearins for cocoa butter equivalent formulation”, Food Chemistry, 134, 1409–1417, 2012.
- [18] MAHESHWAI, B., REDDY, S. Y., “Application of kokum (*Garcinia indica*) fat as cocoa butter improver in chocolate”, Journal of the Science of Food and Agriculture 85, 135–140, 2005.