

GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ TOHUM YAĞLARI VE ÖZELLİKLERİ

GENETICALLY MODIFIED CROP OILS AND THEIR PROPERTIES

Şükran KULEAŞAN^{1*}, Aziz TEKİN², Sami ÖZÇELİK³

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Atabey Meslek Yüksekokulu, Isparta

²Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ankara

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta

Geliş tarihi: 23.07.2007

ÖZET: Günümüzde genetik mühendisliğinin tarımsal uygulamalardaki gelişimi sayesinde yağ bitkilerinde genetik modifikasyonlar yapılarak tohum yağının yağ asiti kompozisyonunu belirlemek olanaklı hale gelmiştir. Dünya'da bitkisel yağ üretiminin yaklaşık olarak 87 milyon ton olduğu bildirilmektedir. Bu üretimin ekonomik değeri ise 40 milyar Amerikan Doları'dır. Yağların insan beslenmesindeki öneminin yanı sıra bitkisel yağ asitleri, sabun, deterjan, gres, biyo-yakıt, kozmetik ve boya sanayi için de hammadde niteliğindedir. Bu nedenle bitkisel yağlara olan ilgi son yıllarda giderek artmaktadır. Ayrıca bitkisel üretim fazlası yağın, petrole alternatif olarak kullanılabileceği de belirtilmektedir.

Anahtar kelimeler : Genetik modifikasyon, yağ asiti, kanola, kolza, mısır, soya

ABSTRACT: Nowadays, with the development of genetical engineering in agricultural applications, it is possible to determine the fatty acid composition of crop oils by genetic modifications. The production of vegetable oil throughout the world is about 87 million metric tons. The value of this production is 40 billion US Dollars. Besides their importance in human nutrition, fatty acids from vegetable oils are also used as raw material for soap, detergents, grease, bio-fuels, cosmetics and paint industries. Thus, there is a recent interest on vegetable oils. In addition, the excess amounts of vegetable oil production can be used as an alternative to petroleum.

Keywords : Genetic modification, fatty acid, canola, rapeseed, corn, soybean

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusunun 2025 yılı itibarı ile 8 milyarı geçmesi ve bu artışın % 95'inin gelişmekte olan ülkelerde olması beklenmektedir. Gelişmiş ülkelerde önemli miktarda tarımsal üretim fazlası olmasına rağmen 830 milyon insan yeterli ve dengeli beslenememekte ve gelişmekte olan bazı ülkeler, yeni tarım teknolojilerini kullanarak tarımsal üretimlerini artırmada yeterli olamamaktadır. Modern biyoteknolojik yöntemlerin bu durumu aşmada önemli avantajlar sunduğu görülmektedir. Bu yöntemler arasında genetik mühendisliği en fazla umut bağlanan ve aynı ölçüde de tartışılan bir yöntemdir (1).

Bitki teknolojisi ve özellikle gen teknolojisi alanındaki gelişmeler 1980'li yıllardan itibaren hız kazanmış, ilk transgenik ya da genetiği değiştirilmiş ürün olan uzun raf ömürlü domates, Flavr Savr™ adı ile 1996 yılında pazara sürülmüştür. Bunu gen aktarılmış mısır, pamuk, kolza ve patates bitkileri izlemiştir. Transgenik ürünlerin ekim alanları 1996 yılından itibaren hızla artmış ve 2005 yılında 90,0 milyon hektara ulaşmıştır (1, 2, 3, Çizelge 1).

*E-posta : sukrank@sdu.edu.tr

Çizelge 1. Transgenik bitkilerin 1996-2005 yılları arasında toplam ekim alanı (2)

Yıl	Alan (milyon ha)
1996	1,7
1997	11,0
1998	27,8
1999	39,9
2000	44,2
2001	52,6
2002	58,7
2003	67,7
2004	81,0
2005	90,0

Transgenik bitkilerin ekim alanları incelendiğinde, bu ekim alanlarının % 99'unun ABD, Arjantin, Kanada, Brezilya ve Çin'de olduğu, genetiği değiştirilmiş ürün ekimi yapan ülkelerin sayısının 21'e ulaşmış olmasına rağmen çoğu ülkede geniş ekim alanlarının bulunmadığı görülmektedir (2, Çizelge 2.). Üretimi yapılan transgenik ürünlere aktarılmış özellikler incelendiğinde, bunların daha çok girdiye yönelik, yani doğrudan çiftçiyi ilgilendiren, herbisitlere dayanıklılık, böceklerle dayanıklılık, virüslere dayanıklılık gibi özellikler olduğu görülmektedir (4, 5).

Genetik değiştirme çalışmaları yukarıda da değinildiği gibi mısır, pamuk, patates vb. ürünlerde zararlılara dayanıklılık; soya, pamuk, mısır, kolza, çeltik vb. ürünlerde yabancı ot ilaçlarına dayanıklılık; patates, çeltik ve mısırdaki viral bitki hastalıklarına dayanıklılık; ayçiçeği, soya, yerfıstığı vb. ürünlerde bitkisel yağ kalitesinin artırılması; domates, çilek vb. ürünlerde olgunlaşmanın geciktirilmesi (raf ömrünün uzatılması), domateste aromanın artırılmasına yönelik olarak kullanılmaktadır (6, 7).

Çizelge 2. Transgenik bitkilerin 1996-2005 yılları arasında ülke bazında ekim alanları (2)

Sıra	Ülke	Alan (milyon ha)	Genetiği Değiştirilmiş Bitki
1	ABD	49,8	Soya, mısır, pamuk, kanola, kabak, papaya
2	Arjantin	17,1	Soya, mısır, pamuk
3	Brezilya	9,4	Soya
4	Kanada	5,8	Kanola, mısır, soya
5	Çin	3,3	Pamuk
6	Paraguay	1,8	Soya
7	Hindistan	1,3	Pamuk
8	Güney Afrika	0,5	Mısır, soya, pamuk
9	Uruguay	0,3	Soya, mısır
10	Avustralya	0,3	Pamuk
11	Meksika	0,1	Pamuk, soya
12	Romanya	0,1	Soya
13	Filipinler	0,1	Mısır
14	İspanya	0,1	Mısır
15	Kolombiya	< 0,1	Pamuk
16	İran	< 0,1	Pirinç
17	Honduras	< 0,1	Mısır
18	Portekiz	< 0,1	Mısır
19	Almanya	< 0,1	Mısır
20	Fransa	< 0,1	Mısır
21	Çek Cumhuriyeti	< 0,1	Mısır

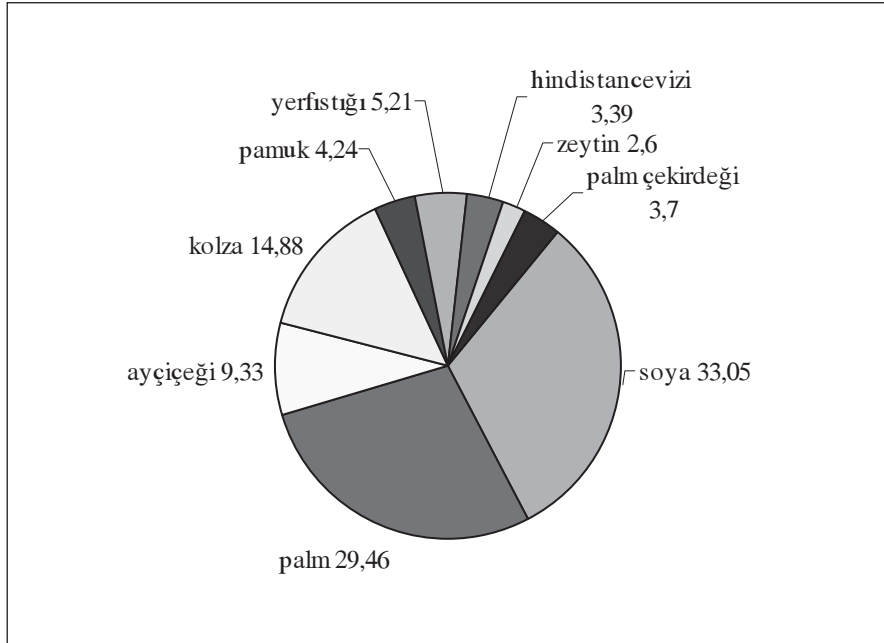
İleriki zamanlarda üretimi yapılacak transgenik ürünlerde ise, üretim maliyetlerini düşürücü özelliklerin yanında, tüketicileri doğrudan ilgilendiren özellikler üzerinde yoğunlaşılması beklenmektedir. En güncel örnek olarak "Altın Pirinç" (Golden Rice) olarak adlandırılan β -karoten / A vitamini içeriği yükseltilmiş pirinç verilebilir. Gelişmekte olan ülkelerde, özellikle Güneydoğu Asya'da, A vitamini eksikliği çeken 170 milyon kadar kadın ve çocuğun bu şekilde yeterli A vitamini alması ümit edilmektedir. Transgenik bitkilerin önemli bir potansiyel kullanım alanı da ilaç hammaddesi ve monoklonal antikor üretimidir. Bunun yanında doymuş yağ asiti oranı değiştirilmiş yağlı tohumların, elzem amino asit içeriği yükseltilmiş tahıl ve patateslerin, mikro elementlerce zenginleştirilmiş tahılların, aroma maddeleri yüksek ancak düşük kalorili ürünlerin, Hepatit B aşısı içeren patates ve muz bitkilerinin yakın gelecekte tüketicilere sunulması beklenmektedir (1).

Modern biyoteknoloji araştırmaları sonucunda elde edilen ürünlerin pazarlanması ve tüketimi gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Ancak, bu ürünlerin kullanımından doğacak sonuçlar hakkında kesin bilgilerin bulunmaması bir takım soru işaretlerini ve tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Bu tartışmalar, insan, hayvan, çevre ve biyolojik çeşitlilik üzerinde yoğunlaşmaktadır (3).

GENETİK MODİFİKASYONU ÜZERİNDE ÇALIŞILAN YAĞ BİTKİLERİ

Bitkisel yağların yağ asiti kompozisyonu büyük oranda bitkinin genetik özelliğinden kaynaklanır. Örneğin, hindistan cevizi yağının karakteristiği içerdiği yüksek miktardaki laurik asittir. Bu özellik aynı zamanda bitkisel yağların birbirinden ayırt edilmesini sağlayan bir indikatördür. Günümüzde genetik mühendisliğinin tarımsal uygulamalardaki gelişimi sayesinde yağ bitkilerinde genetik modifikasyonlar yapılarak tohum yağının yağ asiti kompozisyonunu belirlemek olanaklı hale gelmiştir. Örneğin oleik asit içeriği yüksek ayçiçeği, düşük linolenik asitli keten bitkileri üzerinde çalışmalar yapılmakta ve düşük erusik asitli kolza tohumu uzun süreden beri yetiştirilmektedir (8). Bu durum bitkiye gen veya genler ekleyerek bitkideki bazı genlerin fonksiyonunu yitirmesini sağlamak veya genin bitki üzerindeki etkisini azaltmak ile mümkün olmaktadır. Yapılan genetik çalışmalarla bitkideki lipid sentezi ile ilgili genler laboratuvar ortamında belirlenip klonlanarak bu genlerin spesifik enzimler kullanılarak tekrar dizilimi sağlanmakta ve bitki istenilen özellikte trigliserit sentezleyebilmektedir. Örnek olarak; *Cuphea lanceolata*'dan izole edilen ve tohumdaki spesifik bir enzim varlığında kaprik asidin sentezlenmesinde rol alan bir gen bu bitkide niçin yüksek miktarda kaprik asit bulunduğu açıklık getirmektedir. Eğer bu gen kanola bitkisine transfer edilirse kaprik asit içeriği zenginleştirilmiş transgenik kanola bitkisinin elde edilebileceği belirtilmektedir (8).

Dünya'da bitkisel yağ üretiminin yaklaşık olarak 87 milyon ton olduğu bildirilmektedir. Bu üretimin ekonomik değeri ise 40 milyar Amerikan Doları'dır. Şekil 1.'de 2004-2005 yılları itibarı ile üretilen bitkisel yağların miktarları gösterilmektedir. Yağların insan beslenmesindeki önemini yanı sıra bitkisel yağ asitleri, sabun, deterjan, gres, biyo-yakıt, kozmetik ve boya sanayi için de hammadde niteliğindedir. Bu nedenle bitkisel yağlara olan ilgi son yıllarda giderek artmaktadır. Ayrıca bitkisel üretim fazlası yağın petrole alternatif olarak kullanılabileceği de belirtilmektedir (9, 10).



Şekil 1. Dünyadaki bitkisel yağ üretimi (2004-2006, milyon ton) (11)

Doğada bitkiler 200'den fazla yağ asiti çeşidi sentezleyebilirler. Bitkilerden elde edilen yağlarda bulunan yağ asitleri dallanmamış yapıda, 12 ile 22 arasında karbon sayısına sahiptirler ve 0 ile 3 arasında değişebilen cis formunda çift bağ içerirler. Bunun yanı sıra bitkiler, doğada çok sık görülmesine de epoksi, hidroksi, siklopropan ve asetilenik gibi fonksiyonel grupları olan yağ asitlerini de sentezleyebilirler. Dünya'da üretilen yemeklik bitkisel yağların % 65'ini soya, palm, kolza ve ayçiçeği yağları oluşturmaktadır. Yukarıda bahsedilen 200'den fazla yağ asitinin ancak 4 tanesi, linoleat, palmitat, laurat ve oleat ticari öneme sahiptir (9, 10).

Kolza, soya, pamuk ve mısır, transgenik olarak çeşitlerinin bulunduğu ve ticari olarak satılan yağ bitkilerindedir. Bunların transgenik türleri de normal türleri gibi benzer yetiştirme koşullarına sahiptirler. Kolza bitkisinin ıslah edilmesi ile erusik asit miktarı % 1'in altına düşürülmüş kanola bitkisinin tarımı uzun yıllardır yapılmaktadır. Böylece erusik asidin neden olduğu kalp kaslarının aşırı yağlanması ve takiben meydana gelen nekroz bu yağ asitinin sentezinin sınırlandırılması ile önlenmiştir (12). Günümüzde kanola ile yapılan genetik çalışmalar sonucunda stearik asit içeriği % 40'ın üzerine çıkarılmış ve yüksek laurik asit içerikli çeşitler elde edilmiştir. Bu yağların oksidatif stabilitesinin oldukça yüksek olduğu belirtilmektedir (7, 13, 14).

Kanola bitkisi ile yapılan genetik çalışmaların yanı sıra oleik asit sentezi artırılmış transgenik soya bitkisinin de üretildiği belirtilmektedir. Bu işlemde bitkideki bazı genlerin çalışması artırılırken bir genin işleyişi ise engellenmiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada 80'den fazla transgenik soya fasulyesi tohumu üzerinde testler yapılmış ve bunlardan birkaç tanesinin hedeflenen özelliklere sahip oldukları belirtilmiştir. Elde edilen bu yağın linoleik asit miktarı % 2, toplam çoklu doymamış yağ asiti (PUFA) içeriği % 5'ten az ve % 85'ten fazla oleik asit içerdiği tespit edilmiştir (15). Doğal soya bitkisinden elde edilen yağ oldukça yüksek miktarda çoklu doymamış yapıda yağ asitleri içerdiğinden oksidatif olarak kolay bir şekilde bozulabilmektedir. Bu nedenle bu yağ rafine sıvı yağ olarak tüketime sunulduğunda iyot sayısında 10-20 birimlik bir düşme sağlayacak şekilde kısmi hidrojenasyon işleminden geçirilmektedir (12, 16). Transgenik soyada PUFA'nın % 5'ten az olması bu yağın teknolojik olarak hidrojenasyonunu gerektirmemektedir (15). Çizelge 3.'te doğal ve transgenik soya çeşitlerinin yağ asiti bileşimleri verilmiştir.

Çizelge 3. Doğal ve transgenik kaynaklı ham soya yağlarının yağ asiti bileşimleri (17)

Çeşit	Yağ Asiti (%)				
	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3
Normal Soya	12	4	21	55	9
Düşük Linolenik asit (18:3) içerikli Soya	5-12	3-4	25-48	36-61	3-6
Yüksek Linolenik (18:3) asit içerikli Soya	11-15	3-4	11-14	52-55	15-19
Yüksek Oleik asit (18:1) içerikli Soya	8-9	3-4	60-79	3-26	2-6

Bir yağdaki çoklu doymamış yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, o yağın diğer kimi özelliklerinin yanında kuruyan veya yarı kuruyan karakterde olmasını da belirlemektedir. Konjuge yapıdaki polienik yağ asitleri izolen yağ asitlerine kıyasla kimyasal tepkimelere daha kolaylıkla girerler. Bu yağ asitlerini yüksek oranda içeren yağlar hava oksijeni ile kuruma tepkimesi verirler ve ağırlık kaybına uğramaksızın dayanıklı film oluştururlar. Bu özellikleri nedeniyle bu tip yağlar lâk ve boya sanayi için önemli ve aranan hammaddelerdir (10, 18). Endüstriyel kullanım için modifiye edilmiş, gıda olarak tüketime uygun olmayan, yüksek oksidatif stabiliteye sahip transgenik soya ve mısır yağlarının PVC üretimi gibi petrolden elde edilen bileşikler yerine kullanılabilmesi ve bu bitkilerin yenilenebilir kaynaklar olmasından dolayı uzun vadede hem ekonomik hem de daha az hava kirliliğine neden olacağından dolayı ekolojik olarak fayda sağlayabileceği belirtilmektedir (19). Yağ bitkileri dışında ilgilenilen bir başka konu ise badem, ceviz gibi sert kabukluların depolama sonrası yağ asitlerinin modifikasyonu sonucu oksidasyona ve kötü flavor oluşumuna karşı dayanımlarının araştırılmasıdır. Ancak bu meyveler ile yapılacak olan genetik modifikasyonların olası getirilerinin, alınacak riske değecek kadar yüksek olmadığı belirtilmektedir (8). Çünkü bu meyveler yağ hammaddesi niteliğinde değildir.

GENETİK MODİFİKASYON İLE ELDE EDİLECEK YAĞLARDA HEDEFLenen BAŞLICA ÖZELLİKLER

Orta Zincir Uzunluğundaki Yağ Asitlerince Zengin Yağların Elde Edilmesi

Orta zincir uzunluğundaki doymuş yağ asitlerinin sindiriminin, emilimlerinin, taşınmalarının ve metabolize edilmelerinin uzun zincirli yağ asitlerine göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir. Bu yağ asitlerinin vücutta depolanma eğilimi de daha düşüktür, bu nedenle pankreatik sorunları ve emilim problemi olan hastalarda tedavi amaçlı kullanıldıkları bildirilmektedir. Orta zincir uzunluğundaki yağ asitleri ketojenik özellikte olduklarından ilaç tedavisinin yeterli olmadığı epileptik çocuklarda faydalı oldukları belirtilmektedir. Ayrıca bu yağ asitleri HIV(+) hastalarda diarenin önlenmesi ve yetersiz yağ asiti absorpsiyonunun tedavi edilmesi gibi alanlarda kullanıldığı ve ketojenik diyetin tümör büyümesini azalttığı da bildirilmektedir (20, 21, 22).

Ayrıca orta zincir uzunluğundaki doymuş yağ asitleri [Laurik asit (12C), Palmitik asit (16C)] margarinde oluşturdukları kristal formlar ve yapıya kazandırdığı plastisite itibarı ile margarin üretimi açısından önemlidirler (23). Bu yağ asitleri oksidasyona karşı stabildirler ve yağda çözünen flavor, renk maddeleri, vitaminler ve ilaç bileşenleri için de taşıyıcı görev yaparlar. Bu yağ asitlerinin 8,3 kcal/g enerji değerine sahip olmaları düşük kalorili gıda ürünlerinin üretiminde kullanılmalarını da mümkün kılmaktadır (21).

Ana kaynağı hindistan cevizi ve palm çekirdeği olan orta zincir uzunluğundaki yağ asitlerinden Laurik asit, yüzey aktif madde olmasından dolayı sabun, deterjan ve kişisel bakım ürünleri sanayi için de önemli bir hammaddedir (8, 24). Hindistan cevizi ve palmye ağaçları bu yağ asitinin başlıca kaynağıdır. Ancak gelişen ülkelerin alım gücünün artmasından dolayı yukarıda anlatılan ürünlere olan talep ve dolayısı ile Laurik asit ihtiyacının artacağı belirtilmektedir. Tropik iklim bitkileri olan hindistan cevizi ve palmye bitkilerinin yetiştirildiği ülkelerde beklenmeyen hava koşullarının, doğal afetlerin ve kontrol edilemeyen diğer sebeplerin sıkça görülmesi ile politik bazı nedenlerden dolayı Laurik asitçe zenginleştirilmiş kanola üzerinde transgenik çalışmalar yapılmaktadır (8). Yapılan bir çalışmada Lauril-ACP tiyoesteraz enzimi klonlanarak kontrollü bir

şekilde kanola bitkisine transfer edilmiş ve bu sayede transgenik kanoladan elde edilen yağda Laurik asit içeriği % 38-42 seviyelerine yükseltilmiştir (8). Çizelge 4.' te hindistan cevizi, palm çekirdeği, kanola ve transgenik kanola (Laurat Kanola) yağlarının yağ asiti içeriği verilmiştir.

Çizelge 4. Hindistan cevizi, palm çekirdeği, kanola ve transgenik kanola (laurat kanola) yağlarının yağ asiti içeriği (8)

Yağ Asiti	Laurat Kanola	Hindistan Cevizi	Palm Çekirdeği	Kanola
Laurik	38,0	49,0	47,0	0,0
Miristik	4,0	17,5	16,0	0,1
Oleik	31,0	5,0	16,5	61,5
Linoleik	11,0	1,8	2,5	20,0
Diğer	16,0	26,7	18,0	18,4

Doğal Katı Yağ Elde Edilmesi

Tüketilen yağların kimyasal bileşimi ve tüketim şekilleri sağlık açısından büyük bir önem taşımaktadır. Yağların yapısında bulunan doymuş yağ asitleri, trans formundaki doymamış yağ asitleri ile yağların oksidatif olarak bozulmaları sonucu oluşan tepkime ürünleri sağlık açısından duyarlılık gerektiren bileşenlerdir. Çünkü bu ürünler vücutta kolesterol miktarının artmasına veya serbest radikallerin oluşumuna neden olarak kalp damar sağlığının olumsuz yönde etkilenmesine neden olmaktadır. Ayrıca diyetle vücutta aşırı katı yağ alımı, kalp hastalıkları, kanser, obezite gibi kimi hastalıklarla ilişkilendirilmektedir (18, 25).

Yağlı tohumlardan elde edilen bitkisel yağlar sıvı formdadır ve bu yağlar ancak kısmi hidrojene edildikleri takdirde şortening ve margarin üretiminde kullanılabilirler. Yağlardaki kısmi hidrojenasyon sonucu ise trans yağ asitleri meydana gelmektedir ve bu yağ asitleri kanda kolesterol seviyesini yükselterek kalp damar sağlığı üzerinde olumsuz etkide bulunmaktadır. Sağlıkla ilgili hem bu etkilerin hem de hidrojenasyon prosesinin işletmeye yüklediği maddi yükün elemine edilmesi veya azaltılması amacı ile palmitik ve stearik asit içeriği yüksek transgenik bitkilerin üretimi üzerinde çalışmalar yapıldığı bildirilmektedir. Bu bitkilere örnek olarak soya, pamuk ve kolza çeşitleri verilebilir. Bu bitkilerde stearik asit oranı % 40'lara kadar çıkartılabilmiş ve bu yolla hidrojenasyon gerektirmeyen doğal yarı katı margarinler üretilebilmiştir (8, 9 , 15, 17, 22).

Verimin Artırılması

Bitkisel yağların maliyetinin aşağı çekilmesinde verim çok önemli bir özelliktir. Genetik modifikasyonlar ile teorik olarak yağlı tohumların yağ içeriği % 60'lara kadar çıkarılabilir. Günümüzde üretilen kanola tohumunun ortalama yağ içeriği % 42'dir. Bu oran soya yağında ise % 20 civarındadır. Ancak soya için kalan küspe hayvanlar için çok önemli bir protein kaynağıdır. Soya tohumunun yağ içeriğinin genetik modifikasyonla artırılması sonucu kalan küспенin yem olarak bir değerinin olmayacağı çünkü transgenik soyada protein oranının doğal soya tohumuna oranla çok düştüğü belirtilmektedir (8).

Ayrıca transgenik bitkilerden elde edilen bazı yağlarda, istenilen özellikte ve miktarda yağ asitlerinin sentezlenmesi sağlanabilse de bu yağ asitlerinin gliserol molekülüne arzu edilen oranda bağlanmadığı ve bu nedenle iyi verim elde edilemediği genetik modifikasyonun dezavantajlarından biri olarak vurgulanmaktadır (13).

Özel Yağların Elde Edilmesi ve Diğer Hedefler

Bitkisel yağlar trigliseritlerin yanı sıra antioksidan özellikte olan tokoferoller, karotenoidleri, lignanları, serum kolesterolünü düşüren sitosteroller ve gıda sektöründe ekonomik değeri olan aroma maddelerini, lesitin gibi lipid bileşenlerini de içerirler. Gerek enzimatik gerekse genetik olarak, bitkisel yağların yapısında bulunan bu bileşenlerin bitki bünyesinde sentezinin nasıl yapıldığının açıklanması üzerinde yapılan çalışmalar artarak devam etmektedir (8). Venkatramesh ve ark. (2003)'ün yaptığı bir çalışmada *Streptomyces hygroscopicus*'tan

izole edilen bir gen kanola ve soya bitkilerine aktarılarak bu bitkilerdeki sterol/stanol sentezlerinin oranları değiştirilmiştir. Elde edilen transgenik bitkide kan serumundaki LDL kolesterol miktarının düşmesinde önemli bir rolü olan stanollerin sentezlendiği saptanmıştır (26).

Günümüzde 20-22 karbon sayısına sahip omega-3 ve omega-6 yağ asitleri deniz ürünlerinin tüketimi ile vücuda alınmaktadır. Ancak bilinçsiz aşırı avlanma ile çevresel kirlenmenin yoğun olarak yaşandığı deniz ve göllerde azalan balık miktar ve çeşitliliğinin sonucu, bu gıdaların diyetdeki yerinin giderek azaldığı belirtilmektedir. Bu nedenle çoklu doymamış yağ asitlerini üreten bitkilerin geliştirilmesi yönünde çalışmalar yapıldığı ve omega-3 yağ asiti olan Linoleik asitçe zengin keten tohumunun elde edildiği (Linola) belirtilmektedir (16, 27).

Yukarıda belirtilen özel yağların elde edilmesine yönelik hedeflerin yanı sıra gıda dışı uygulama olarak yüksek oleik asit içerikli transgenik soya yağının ticari mineral yağ yerine makinaların yağlanması kullanılabileceği belirtilmektedir (10, 19, 24).

SONUÇ

Bitkisel yağların beslenme açısından önemli bir yere sahip olmalarının yanı sıra bu yağlarda bulunan yağ asitleri gıda dışı ürünlerin üretiminde de önemli bir hammadde niteliğindedir. Bu bitkilerin yenilenebilir kaynaklar olmasından dolayı petrol ürünlerine olan bağımlılığın azalacağı ve hem daha ekonomik hem de çevre dostu hammadde üretiminin gerçekleştirilebileceği belirtilmektedir. Yağ bitkilerinin genetik modifikasyonu ile elde edilebilecek faydaları aşağıdaki gibi özetlemek mümkündür:

1. Bitkide sağlıklı yağ asiti ve lipidlerin sentezinin artırılması, sağlıksız olanların ise düşürülmesi,
2. Oksidasyon stabilitesi yüksek yağ asitleri ve trigliseritlerin sentezinin sağlanması, böylece hidrojenasyona olan gerekliliğin azaltılması,
3. Yağ verimliliğinin artırılması,
4. Arzu edilen yönde yağ asiti kompozisyonunun elde edilmesidir.

Ancak genetik mühendisliği ve enzim teknolojisinde bu yöndeki çalışmaların ve elde edilen bilgilerin henüz yeterli düzeyde olmaması yukarıda sayılan hedeflere çok kolay bir şekilde ulaşmayı mümkün kılmamaktadır. Genetik modifiye bitkiler ile ilgili en çok üzerinde durulan konulardan birisi bu bitkilerin yetiştirildiği bölgelerden rüzgâr, kuşlar vb. etkilerle gen kaçışlarının meydana gelmesi ve başka bitki türlerini etkileyerek biyolojik çeşitlilikte kayıp ve ekolojik fakirleşmeye yönelik zararlara yol açabileceğidir. Bu nedenle genetik modifikasyon uygulamalarının sağlayacağı fayda/zarar ilişkisinin çok iyi belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Çetiner S. 2004. Tarımsal Biyoteknoloji ve Gıda Güvencesi: Sorunlar ve Öneriler-Modern Biyoteknoloji, Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Gıda Güvenliği Konferansı, Gıda Dernekleri Federasyonu, 6 Aralık 2004, İstanbul.
<http://www.gdf.org.tr/dosyalar/gdokonferans.pdf>
2. James C. 2005. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2005. ISAAA Briefs No: 34.
3. Anonim. 1999. DPT VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, 2001-2005.
<http://plan8.dpt.gov.tr/biyotekn/sunus.htm>
4. James C. 2001. Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2001. ISAAA Briefs No: 26.
5. Anonim. 2004. Tarımsal Transgenik Ürünler ve Dünyadaki Durum. T.C. Şeker Kurumu Araştırma Özeti III.
http://www.sekerkurumu.gov.tr/altsayfa/Ar_Ozet/transgenik_misir.html
6. Topal Ş. 2004. Genetik Değiştirme İşlemleri ve Biyogüvenlik.
<http://www.bugday.org/article.php?ID=305>
7. Palmer CE, and Keller WA. 2001. Transgenic Oilseed Brassicas. In *Transgenic Plants and Crops*, Khachatourians GG, McHugen A, Scurza R, Nip WK and Hui YH (eds), pp. 773-792, Marcel Dekker Inc., New York.
8. Knauf VC, and Del Vecchio AJ. 2002. Genetic Engineering of Crops that Produce Vegetable Oil. In *Food Lipids: Chemistry Nutrition and Biotechnology*, Akoh CC, Min DB (eds), pp. 967-996, Marcel Dekker Inc., New York.

9. Thelen JJ, and Ohlrogge JB. 2002. Metabolic Engineering of Fatty Acid Biosynthesis in Plants. *Metabolic Engineering*, 4: 12-21.
10. Jaworski J, and Cahoon EB. 2003. Industrial Oils from Transgenic Plants. *Current Opinion in Plant Biology*, 6: 178-184.
11. Anonim. 2004a. Major Vegetable Oil: World Supply and Distribution.
http://www.fas.usda.gov/ffpd/psd/complete_tables/oil-table1-4.htm
12. Kayahan M. 2004. Yağlı Tohumlardan Ham Yağ Üretim Teknolojisi-Yağ Üretiminde Yararlanılan Başlıca Yağlı Tohumlar, pp. 1-28, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, Ankara.
13. Stoll C, Lühs W, Zarhloul MK, and Friedt W. 2005. Genetic Modification of Saturated Fatty Acids in Oilseed Rape (*Brassica napus*). *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.*, 107: 244-248.
14. Neff WE, Mounts TL, and Rinsch WM. 1997. Oxidative Stability as Affected by Triacylglycerol Composition and Structure of Purified Canola Oil Triacylglycerols from Genetically Modified Normal and High Stearic and Lauric Acid Canola Varieties. *Lebensm.-Wiss.u.-Technol.*, 30:793-799.
15. Kinney AJ. 1998. Plants as Industrial Chemical Factories-New Oils from Genetically Engineered Soybeans. *Fett/Lipid*, 100(4-5): 173-176.
16. Ohlrogge JB, Mhaske VB, Beisson F, and Ruuska S. 2004. Genomics Approaches to Lipid Biosynthesis. "New directions for a diverse planet". Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sep – 1, Brisbane, Australia.
17. Burton JW, Wilson RF, Pantalone VR, and Dewey RE. 2002. New Gene Combinations Governing Saturated and Unsaturated Fatty Acid Composition in Soybean. In *Lipid Biotechnology*, Kuo TM, Gardner HV (eds), pp. 95-113, Marcel Dekker Inc., New York.
18. Kayahan M. 2003. Yağ Kimyası-Lipidlerin Canlı Yaşamındaki İşlevleri, pp. 135-164, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
19. Kinney AJ. 2002. Perspectives on the Production of Industrial Oils in Genetically Engineered Oilseeds. In *Lipid Biotechnology*, Kuo TM, Gardner HV (eds), pp. 85-93, Marcel Dekker Inc., New York.
20. Dehesh K. 2001. How Can We Genetically Engineer Oilseed Crops to Produce High Levels of Medium-Chain Fatty Acids?. *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.*, 103: 688-697.
21. Akoh CC. 2002. Structured Lipids. In *Food Lipids: Chemistry Nutrition and Biotechnology*, Akoh CC, Min DB (eds), pp. 877-908, Marcel Dekker Inc., New York.
22. Broun P, Gettner S, and Somerville C. 1999. Genetic Engineering of Plant Lipids. *Annu. Rev. Nutr.* 19:197–216.
23. Kayahan M. 2002. Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri-Yağların Modifikasyonuna Ait Temel Bilgiler, pp. 1-17, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
24. Hill K. 2000. Fats and Oils as Oleochemical Raw Materials. *Pure Appl. Chem.*, 72(7): 1255-1264.
25. Kritchevsky D. 2002. Fats and Oils in Human Health. In *Food Lipids: Chemistry Nutrition and Biotechnology*, Akoh CC, Min DB (eds), pp. 543-558, Marcel Dekker Inc., New York.
26. Venkatramesh M, Karunanandaa B, Sun B, Gunter CA, Boddupalli S, and Kishore GM. 2003. Expression of a *Streptomyces* 3-Hydroxysteroid Oxidase Gene in Oilseeds for Converting Phytosterols to Phytosteranols. *Phytochemistry*, 62:39–46.
27. Abbadi A, Domergue F, Meyer A, Riedel K, Sperling P, Zank TK, and Heinz E. 2001. Transgenic Oilseeds as Sustainable Source of Nutritionally Relevant C20 and C22 Polyunsaturated Fatty Acids?. *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.*, 103: 106-113.