

Kolza (*Brassica napus* L.) Kalite Islahında Biyoteknolojinin Kullanılması

Fatih SEYİS*

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Pazar, Rize, Türkiye

*Sorumlu Yazar:

E-posta:fatih.seyis@erdogan.edu.tr

Geliş Tarihi: 18 Nisan 2016

Kabul Tarihi: 21 Temmuz 2016

Özet

Bitki ıslahçısı, geniş varyasyona sahip materyal ile çalışmak ister ve varyasyon oluşturmada klasik bitki ıslahı yöntemlerinin yetersiz olduğu durumlarda yardımcı vasıta olarak biyoteknolojik yöntemler kullanılabilir. Bilindiği gibi, biyoteknolojik yöntemler eşeyli üreme ile oluşturulamayan bitkilerin oluşturulmasında ve doğal olarak bitkilerde bulunmayan özelliklerin aktarılmasında kullanılabilir. Bu yeni varyasyonun karakterizasyonunda da faydalı olabilmektedir. Orta Çağda kolza (*B. napus* L.) bitkisi yağ lamba yağı olarak kullanılmaktaydı. 1970' li düşük erusik asit ve düşük glikosinolat içeriğine sahip formlarının tespit edilmesi ve ıslah programlarına alınması sonucu 00 tipi kolza (*B. napus* L.) çeşitleri geliştirilmiş ve bugün dünyanın en önemli yağ bitkilerinden biri haline gelmiştir. Bu tebliğde kolza (*B. napus* L.) bitkisinde kalite ıslahı tarihi ve biyoteknoloji (embriyo kültürü, moleküler karakterizasyon ve transgenik teknoloji) destekli kalite ıslahı konuları tartışılacaktır.

Anahtar Kelimeler: kalite, ıslah, *Brassica*, biyoteknoloji

Quality Breeding in rapeseed (*B. napus* L.) Using Biotechnology

Abstract

A plant breeder wants to work with genetic material displaying large variation and where classical breeding methods are insufficient the plant breeder can use biotechnological methods as helpful tools. As it is well known, whereas biotechnological methods can be used in producing plants which cannot be generated via sexual reproduction they can be also used in transferring naturally not present traits and in the characterisation of generated genetic variation. The oil of rapeseed (*B. napus* L.) was used as lamp oil in the Middle age. With the discovery of low erucic acid and low glucosinolate mutants in the 1970' s and their integration in breeding programmes 00 type rapeseed (*B. napus* L.) cultivars were developed and arised now to the most important oilseed in the world. The issues history of quality breeding and biotechnology (embryo culture, molecular characterisation and transgenic technology) supported quality breeding in rapeseed (*B. napus* L.) will be discussed in this work.

Keywords: quality, breeding, *Brassica*, biotechnology

GİRİŞ

Bitki Islahı alanında çalışanlar her zaman başlangıç varyasyonu geniş olan materyal ile çalışmak isterler. Bitkileri geliştirmek istedikleri yönde mevcut materyalde istenen özellik bulunmadığında ise klasik yöntemler yanında bitki ıslahında yardımcı vasıta olarak kullanılan biyoteknolojik yöntemleri kullanarak yeni varyasyon oluştururlar ve yeni çeşit geliştirmede bu varyasyondan faydalanırlar. Bilindiği üzere, bitki Islahında seleksiyon için aranan yeni varyasyon bulunduğu sürece yeni çeşitlerin geliştirilmesi her zaman mümkündür. Bu da genetik varyasyonun bitki ıslahı açısından önemini ortaya koymaktadır.

Geçmişte baktığımızda bitki ıslahının, çiftçinin veya bitki ıslahçısının mevcut populasyon içindeki kültür bitkilerinin gelişimlerini izlemeleri ve arzu ettikleri özellikleri taşıyanları bir sonraki generasyon için seçmeleri şeklinde uygulanmadığını görmemiz mümkündür. Yapılan bu tür bir seleksiyon sonucunda daha büyük organlara ve tohumlara sahip, yabancı akrabalarının yetişemediği koşullarda yetişen, hastalıklara- zararlılara dayanıklı ve daha kaliteli çeşitler ortaya konmuştur [1].

Bitki ıslahçısı çok fazla sayıda ıslah amacıyla karşı karşıya kalmaktadır. Bitki ıslahçısı örneğin kışa dayanıklılık, yatmaya dayanıklılık, yüksek tane verimi, protein oranı vs. ve nihayetinde 10 kadar hastalığa karşı dayanıklılığı dikkate almak zorundadır. Ama genel olarak bir çeşitten istenen bütün kriterleri iki terim altında toplayabildiğimizi görürüz: bunlar verim ve kalitedir [2].

Bütün kültür bitkilerinde en önemli ıslah amacı ve nihai amaç verim ve verimin artırılmasıdır. Bununla beraber

tek başına verimin artırılması yeterli olmayıp, verimin de yüksek kalite ile kombine edilmesi gerekmektedir. Kültür bitkileri ıslahı incelendiğinde, kalite özelliklerinin ön planda olduğu kültür bitkilerinde dahi verimin ön planda yer aldığını görmek mümkündür. Eğer verim kapasitesi dikkate alınmayacak olursa birçok durumda ve bitkide kalite yönünden iyileştirmelerin olacağını rahatlıkla söylemek mümkündür.

Ekonomik öneme sahip tarımsal bitkiler içerisinde kalite ıslahına en iyi örnek verilecek bitki şüphesiz kolza (*B. napus* L.) bitkisidir. Biyoteknolojik yöntemlere yakınlığı nedeniyle kolza (*B. napus* L.) bitkisinde bitki ıslahına destek sağlayan bu yöntemler geniş bir şekilde uygulama alanı bulmuştur. Biyoteknolojinin kolza (*B. napus* L.) bitkisinde kalite ıslahında nasıl kullanıldığı bu makalede tartışılmaya çalışılacaktır.

B. napus L.' da Kalite Islahı Şeması

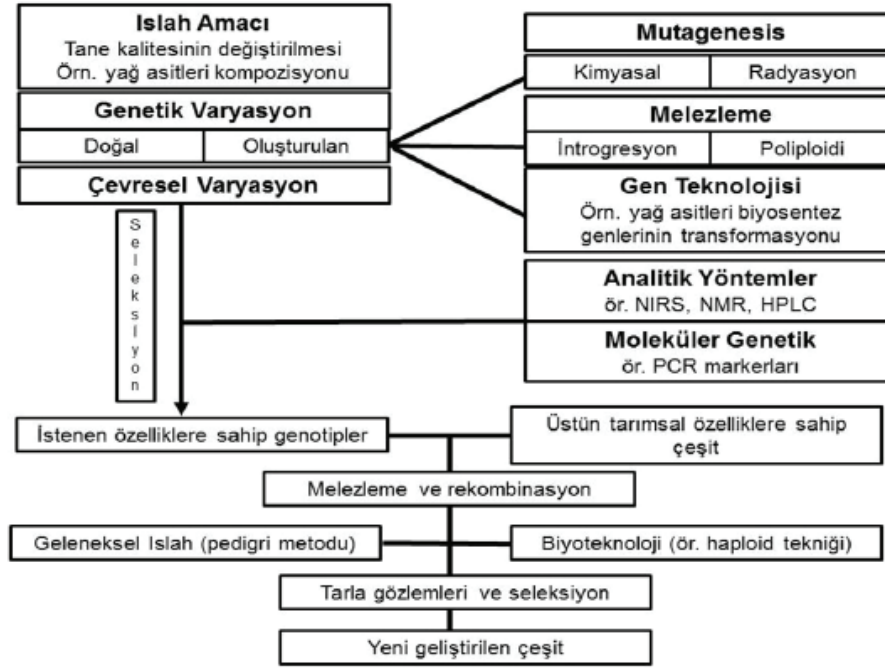
Bitki ıslahçısı çalışmalarında ya mevcut genetik varyasyondan ya da suni olarak oluşturulan varyasyondan faydalanmaktadır. Suni olarak varyasyon ya mutasyon oluşturularak, ya da melezleme ve transgenik teknolojisi kullanılarak oluşturulmaktadır. Mevcut bu varyasyondan farklı yöntemler kullanılarak daha sonar amaca yönelik bitkiler selekte edilmekte, istenen özelliklere sahip genotipler ıslah materyali ile melezlendikten sonra size nihai olarak elde edilecek çeşide götürecektir ıslah programlarına alınmaktadır (Şekil 1).

Canola Kalitesinin Tarihiçesi

B. napus Asya ve Akdeniz bölgelerinde eski yerleşik kül-

türler tarafından tarımı yapılan bir bitkidir ve 13. yüzyıldan beri Avrupa’da öncelikle lamba yağı olarak kullanılmaktaydı.

B. napus ticari olarak ilk önce savaş gemilerinde yağlama yağı olarak kullanılmak üzere yetiştirilmiştir.



Şekil 1. Kolza (*B. napus* L.)’da Kalite İslahı Şeması [3]

Çizelge 1’de kolza (*B. napus* L.) bitkisinde ıslah amaçları ve bu amaçlara ulaşmada kullanılan yöntemler görülmektedir. Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, tane verimi, stabil verim ve tane kalitesi gibi ıslah amaçlarına

ulaşmada klasik yöntemler yanında biyoteknolojik yöntemler de kullanılabilir. Çizelge 2’de ise farklı yağ kalitesine sahip kolza (*B. napus* L.) genotipleri ve ıslah yöntemleri verilmiştir.

Çizelge 1: Kolza (*Brassica napus* L.) de İslah amaçları ve Amaçlara Ulaşmak İçin kullanılan ıslah metodları

İslah Amacı	Özellik/Yöntem	Metod
Tane Verimi	Türlerarası melezleme yoluyla genetik tabanın genişletilmesi Double haploidlerin kullanılması Kantitatif özelliklere etki eden genlerin tespit edilmesi Hibrit ıslahı için gen havuzlarının oluşturulması Erkek kısırılık sisteminin aktarılması	IV, TD IV, TD MMi TD MM, TD IV IV
Stabil Verim	Kışa dayanıklılık, yatmaya dayanıklılık (örn, bitki boyunun azaltılması, bodur genotipler), harnupların patlamaması Hastalıklara ve virüslere dayanıklılık Zararlılara dayanıklılık (nematodlara dayanıklılık, tarla salyangozları vs.) Herbisitlere dayanıklılık Besin maddesi değerlendirme üstünlüğü: besin maddelerini kullanabilme, hasat artıklarında azot içeriğinin azaltılması, hasat indeksinin artırılması, optimum yaprak alanı indeksi	TD, MM, MG, IV,GT MM, IV, TD, GT TD,IV,GT IV, MG, GT TD, IV, GT
Tane Kalitesi	Değerli komponentlerin oranı (Yağ, Protein) Ham Selüloz Oranının Azaltılması	KA, TD, MM, GT KA, TD, MM, GT
IV= In vitro teknikleri (hücre ve doku kültürleri, Embryo rescue, in vitro seleksiyonu), MG= mutagenese, TD= Fenotipin tarla denemelerinde belirlenmesi, MM= genotipin moleküler markerler ile tespit edilmesi, GT= gen transferi, KA= fenotipin kalite analizleri ile tanımlanması		

Çizelge 2 incelendiğinde kolza (*B. napus* L.) bitkisinde doğal olarak bulunan erusik asitçe yüksek genotipler yanından, farklı yöntemler ile doğal varyasyonun dışında kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerini yüksek oranda ihtiva eden genotiplerin geliştirilmiş olduğunu görmek mümkündür.

Kolza (*B. napus* L.) sadece son 30 yılda dünyada en önemli bitkisel yağ kaynağı haline gelmiştir. En fazla aranan bitki haline gelmesi üstün bir ıslah başarısının sonucu olmuştur. Geleneksel kolza (*B. napus* L.) yağı ve birçok Brassica türünün yağı acımsı bir tadı olan ve yüksek dozlarda kardiyovasküler sağlık problemleri meydana getireceği düşünülen erusik asidi (C22:1, cis 13-

Çizelge 2: Yağ kalitesine göre kolza (*B. napus* L.) bitkisinde yağ asidi kompozisyonu (%)

Yağ Kalitesi	Islah Yöntemi	Yağ Asidi Kompozisyonu(%)								
		12:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:1	22:1
Kanola	Mutasyon Klasik Islah	-	-	4	2	60	21	10	-	-
O tipi türler arası melez kolza	Embriyo Kültürü	-	-	4	1	56	21	14	1	0,1
Yüksek erusik	Doğal varvasyon genetik mühendisliği	-	-	3	-	15	13	9	-	58
Yüksek laurik	Genetik Mühendisliği	37	4	3	1	33	12	7	-	-
Yüksek miristik	Genetik mühendisliği	-	18	23	2	34	15	4	-	-
Yüksek stearik	Genetik mühendisliği	-	-	4	29	15	19	22	1	-
Yüksek oleik	Mutasyon	-	-	4	2	80	5	5	2	-
Yüksek oleik	Genetik mühendisliği	-	-	4	1	84	5	3	1	-
Yüksek linoleik	Mutasyon	-	-	4	2	61	28	3	1	-
Yüksek linoleik	Genetik mühendisliği	-	-	4	2	68	22	1	1	-

Laurik asit (C12:0), Miristik asit (C14:0), Palmitik asit (C16:0), Stearik asit (C18:0), Oleik asit (C18:1), Linoleik asit (C18:2), Linolenik asit (C18:3), Eikosenik asit (C20:1), Erusik asit (C22:1) (Kaynak: 5' den geliştirilmiştir)

docosenoic acid) bünyelerinde bulundurulur. Kolza (*B. napus* L.) yağının gıda olarak kullanılmasına a getirilen bu ciddi sınırlama ancak 1970' li yıllarda geliştirilen 0 ve 00 tipi çeşitler ile aşılabılmıştır [6, 7, 8]. İlk büyük başarı 0 kalitesine sahip ve % 1 den az erusik asit içeren 0 tipi çeşitler ile sağlanmıştır [9]. İlk kolza (*B. napus* L.) çeşitlerinin tohumlarındaki yağ % 50 den fazla erusik asit içermekteydi (Çizelge 2). İlk 0 tipi çeşitlerinin geliştirilmiş olduğu mutantlar ancak tohum analizi tekniklerindeki büyük ilerlemeler sonucunda tespit edilebilmiştir. Alman yazlık kolza (*B. napus* L.) çeşidi Liho' dan selekte edilen spontan mutant bitkiden geliştirilen ilk erusik asit içermeyen çeşit Kanada da 1970' li yılların başlarında tescil ettirilmiştir. Bu bitkinin önemi ilk başlarda hayvan yemi olarak değerlendirilmesini engelleyen tohumundaki glikosinolatlar olmuştur. 1969 yılında Polonya kökenli Bronowski çeşidinde glikosinolat içermeyen tipler tespit edilmiş ve bu özellik ile erusik asit içermeyen çeşitler geliştirmek üzere uluslar arası ıslah programlarına dâhil edilmiştir. Bu program sonucunda 1974 yılında ilk 00 tipi çeşit olan Tower tescil ettirilmiştir ve bu sonraki yıllarda bu bitkinin ıman kuşakta en önemli yağ bitkisi olmasının başlangıcını oluşturmuştur. Tohum yağı kalitesi açısından diğer bir başarı yüksek oleik asit, düşük linolenik asit (HOLL veya HOLLi tip) tiplerin geliştirilmesi olmuştur. 'Splendor' veya 'Nexera' gibi çeşitlerin tohum yağında % 75 den fazla oleik asit ve % 3 den az linolenik bulunmaktadır [5].

Çizelge 2 incelendiğinde kolza (*B. napus* L.) bitkisinde doğal olarak bulunan erusik asitçe yüksek genotipler yanından, farklı yöntemler ile doğal varyasyonun dışında kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerini yüksek oranda ihtiva eden genotiplerin geliştirilmiş olduğunu görmek mümkündür.

Sarı tohum kabuğu rengi

Brassica tohumları genelde yağ elde etmek amacıyla kullanılmaktadır ve küspeleri de kanatlılar ve canlı hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Kolza (*B. napus* L.) küspesi dengeli bir amino asit kompozisyonuna sahip % 40 kadar protein içermektedir. Fakat protein yanında birkaç tane glikosinolat, sinapın, taninler ve fitik asit gibi bileşenleri ihtiva etmektedir. Tek mideli hayvanlar için yük-

sek lif oranının uygun olmadığı bilinmektedir. Sarı tohumlu kolza (*B. napus* L.) hatları kolza (*B. napus* L.) küspe kalitelerini artıran daha az oranda tanin ve selüloz içermektedirler [10,11]. *B. rapa*, *B. juncea* ve *B. napus*' tan elde edilen küspeler karşılaştırılmış ve en düşük selüloz oranının 271 g/kg kuru madde ile sarı tohumlu kolza (*B. napus* L.)' da, en yüksek selüloz oranının siyah tohumlu kolza (*B. napus* L.)' da 352 g/kg kuru madde ile bulunduğu tespit edilmiştir [12]. Sarı tohumlu kolza (*B. napus* L.)' dan elde edilen küspe broilerlere yedirildiğinde en yüksek metabolize edilen enerji elde edilmiştir.

Brassica tohumundaki yağ sarı tohum kabuğu rengine sahip hatların/çeşitlerin geliştirilmesi ile daha da geliştirebilir. Sarı tohum kabuğu rengine sahip Brassica' ların siyah/kahverengi tohumlarına kıyasla daha yüksek yağ oranına, daha yüksek protein oranına ve düşük selüloz oranına sahip olduğu ortaya konmuştur [13]. Hatta kısmen sarı tohumlu tiplerin kahverengi tohumlu *B. napus*' a göre daha yüksek tohum kalitesine sahip oldukları ortaya konmuştur [14]. Sarı tohumlu kolza (*B. napus* L.) hatlarının siyah tohumlarına göre % 6 daha fazla yağ oranına, benzer protein oranına % 4 daha düşük selüloz içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir [15].

Doğada, bütün Brassica türlerinin tohum kabuğu rengi siyah/kahverengidir ve sarı tohumlu mutantlar sade *B. rapa*, *B. juncea* ve *B. carinata* da tespit edilmiştir. Doğal olarak meydana gelmiş sarı tohumlu *B. napus* germplazmı doğal olarak mevcut değildir. Bu nedenle sarı tohumlu kolza (*B. napus* L.) geliştirme konusu uzun yıllar boyunca dünyada birçok araştırmacının birincil ıslah amacı olmuştur. Bu amaçla farklı Brassica türleri ya da türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları melezlenerek sarı tohumlu kolza (*B. napus* L.) genotipleri geliştirilmeye çalışılmıştır [16-27].

Yağ asidi kompozisyonunun gen transfer teknolojisi kullanılarak değiştirilmesi

Kolza (*B. napus* L.) yağının gıda ve endüstriyel yağ sanayinin farklı alanlarında daha rekabetçi hale gelebilmesi için kolza (*B. napus* L.) yağı yağ asitlerinin modifiye edilmesi kolza (*B. napus* L.) moleküler genetiği ve ıslahının önemli bir amacı haline gelmiştir. Bu anlamda asıl amaçlardan bir tanesi farklı endüstriyel amaçlara hitap edebilecek ham-

madde elde etmek amacıyla tohum yağındaki belirli ya da fonksiyonel yağ asitleri oranının en yükseğe çıkartılmasıdır [28,29]

Bununla beraber, son yıllarda sebze gıda ürünlerinin kalitesi de artmıştır. Bu gibi besleyici maddelerinin spesifik özelliklerinden hareketle genetik mühendisliği depo lipitleri ve tokoferoller ve diğer vitaminler gibi sekonder bileşenleri değiştirme imkanı vermekte ve bu sayede özel besin ihtiyaçlarını ve hatta tıbbi ihtiyaçların karşılanması mümkün olmaktadır [30,31]. Kolza (*B. napus* L.) yağı gıda ve gıda dışı kullanımda çok geniş bir kullanım alanına ve olumlu özelliklere sahip olması nedeniyle eşsizdir. Kolza (*B. napus* L.) bitkisinde bitki lipit biyosentezine genetik mühendisliği ile müdahale edilmesi sonucu ticari çeşitler de geliştirilmiştir ve 1995 yılından beri genetik olarak değiştirilmiş yağ asidi kompozisyonuna sahip çeşitler piyasada bulunmaktadır [28].

Bitkisel Yağ Kalitesine Sahip *B. oleracea* Genotiplerinin Tespit Edilmesi

Düşük erusik asit içeriğine sahip mutant bitkiler önce *B. rapa* (AA), [32], *B. napus* L. (AACC) [9,33] ve *B. juncea* (AABB) da [34] tespit edilmiştir. *B. carinata* (BBCC) da düşük erusik asit içeriğine sahip mutantlar tespit 1990 lı yıllarda keşfedilmiştir. Farklı *B. carinata* genotiplerinin melez döllerinde transgressive açılımların gözlemlenmesi [35], mutasyon oluşturma ve *B. napus* ve *B. juncea* ile türler arası melezlemelerin yapılması gibi farklı stratejiler ile [36,37] erusik asit içeriğinin düşürmek için kullanılmıştır. Adı geçen ilk ve son yöntem ile düşük erusik asit içeriğine sahip formlar başarılı olarak selekte edilmiştir [35,38]. Diğer bir tür olan *B. nigra* 'da ise bugüne kadar bu özellikteki genotiplere rastlanmamıştır.

B. oleracea 'da düşük erusik asit içeriğine sahip genotipler ilk kez Almanya' da [39] tarif edilmiştir. Bu genotiplerden ikisi Ladozhkaya ve Kashirka [40] vernalizasyon ihtiyacı, çiçek ve yaprak özellikleri, yağ asitleri ve glikosinolat içerikleri bakımından tanımlanmıştır.

Eisenkopf genotipi de katılarak Kashirka ve Ladozhkaya dahil üç lahana genotipinin yağ asitleri kompozisyonlarını yayınlanmıştır [41]. Bu üç genotipte erusik asit içeriklerinin % 0' dan % 45' e kadar değiştiği bildirilmiştir. Çalışmada bu materyalin kolza (*B. napus* L.) ıslahında genetik materyal olarak önemini vurgulamışlardır.

Düşük Erusik Asit İçeriğine Sahip Türler arası Melez Kolza (*B. napus* L.) Formlarının Geliştirilmesi

Düşük erusik asit içeriğine sahip türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının mevcudiyeti ilk kez 2005 yılında yayınlanmıştır [42]. Araştırmacılar embriyo kültür tekniği yardımıyla Kashirka ve Eisenkopf adlı *B. oleracea* genotiplerinden Asko adlı *B. rapa* genotipinden türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları geliştirilmişlerdir. Geliştirilen melezlerin oleik asit oranı % 43.09 ve 63.14 arasında değişmiştir. Diğer bir çalışmada, iki yazlık (Reward taç yaprakları olmayan bir form) ve iki kışlık *B. rapa* formu (Q3F and SWSP) Kashirka ve Lazdozhkaya adlı *B. oleracea* melezlenmiştir. Toplam 468 hibrit bu çalışmada geliştirilmiş ve bazı tek bitkilerde yapılan yağ asidi analizinde bunların erusik asit seviyesinin sifıra yakın olduğu ortaya konmuştur [43]. Bundan başka, bir TÜBİTAK projesi çerçevesinde araştırmacılar [44] Kashirka ve Ladozhkaya adlı lahana genotiplerini ve 00 kalitesine sahip iki kışlık şalgam genotiplerini - 15591 ve 15080 - melezleyerek 227 adet türler arası kolza (*B. napus* L.) melezleri geliştirmişlerdir. Daha sonra erusik asit seviyesi sifıra yakın olduğu belirlenen bu

melezler kullanılarak MSL 004C, MSL 007C, MSL 501C ve MSL 506C adlı erkek kısır hatlar ile kolza (*B. napus* L.) hibritleri geliştirilmiştir. Geliştirilen hibritlerde erusik asit oranının sifıra yakın ve oleik asit oranlarının % 55.56 ila 73.14 arasında değiştiği belirlenmiştir.

İlk kez lahana (*B. oleracea*) genotiplerinde tespit edilen düşük erusik asit içeriği özelliğinin kolza (*B. napus* L.) 'a aktarılması ile birlikte bu bitkinin gen havuzuna önemli bir özellik kazandırılmış bulunmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Biyoteknoloji kolza (*B. napus* L.) bitkisinde genetik varyasyonu artırmak için bize önemli imkânlar sunmaktadır. Hem tür içinde mevcut özellikleri değiştirmek, hem de diploid ebeveynler de yeni keşfedilen veya ortaya çıkartılan özelliklerin amfidiploid meleze aktarabilmek için bu vasıtalar kullanılabilir. Tabiki, sadece makalede belirtilen özellikler yönünden bu bitkide çalışmalar yapılmamıştır, ama bunlar örneğin hastalıklara ve zararlılara dayanıklılık, erkek kısırılık geliştirme gibi kaliteye dolaylı yönden etkili özellikler oldukları için detaylandırılmamıştır.

Geliştirilen türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının doğrudan kalite ıslahında kullanılmamasının nedeni lahana (*B. oleracea*) ebeveyninin tohumlarında yüksek oranda glikosinolat bulunmasıdır [45]. Düşük glikosinolat özelliğini de bu genotiplere aktarabilmek için takip edilebilecek bir strateji adapte olmuş materyal ile melezleme yapmak, daha sonra geriye melezleme yaprak ileriki aşamalarda da verim performansı için tekrarlamalı seleksiyon çalışmalarında bulunmaktadır. Tabiki lahana (*B. oleracea*) 'da düşük glikosinolat içeriğine sahip formlar tespit edilirse bu süreç daha da hızlanacaktır. Bu oranın azaltılması için izlenebilecek diğer bir yöntem *B. oleracea* ebeveyninin glikosinolat oranının farklı yöntemler ile düşürülmesidir [46]. Lahanada ebeveyninin tohumları radyasyona maruz bırakılabilir ve lahana genotipleri doku kültürü ortamlarında kültüre alınabilir, çünkü somaklonal varyasyon neticesinde glikosinolat içeriğinde bir kırılma meydana gelebilir.

00 tipi kolza (*B. napus* L.) türler arası melez formlar geliştirildiğinde, türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları tane verimlerinin düşük olması nedeniyle ancak tür içi melezlerin geliştirilmesinde ya da türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları kullanılarak kolza (*B. napus* L.) hibritlerinin geliştirilmesinde kullanılabilir. Hem iki diploid ebeveynde, hem de kolza (*B. napus* L.) bitkisinde yeni özelliklerin ortaya çıkartılmasında ve ıslah programlarına entegre edilmesinde, biyoteknolojinin katkısı günümüzde olduğu gibi yakın gelecekte de devam edecektir.

KAYNAKLAR

- [1] Seyis F, Kurt O, Uysal H, Aydın E, Durmaz C: Kolza (*Brassica napus* L.)'da türler arası melezleme yoluyla bitkisel yağ kalitesine sahip kolza formlarının geliştirilmesi ve hibrit geliştirmede kullanılmaları. Tarla Bitkileri VII. Kongresi, 25-27 Haziran, 2007, S. 509-512, Erzurum, 2007.
- [2] Becker H: Pflanzenzüchtung. Ulmer Verlag, p. 48, 2011
- [3] Lühs W: Genetic-analytical investigations for breeding rapeseed (*Brassica napus* L.) with maximal erucic acid content in ist seed oil as industrial raw material. University of Giessen. Niedekleen/Hesse, Wissenschaftl. Fachverlag Dr Fleck, 164 pp, 1996.
- [4] Friedt W, Lühs W: Rapszüchtung für das 21. Jah-

rhundert: Herausforderungen, Ziele und Perspektiven. 5. Thüringer Rapstag, 15.06.2000, Stadtroda, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TTL), Jena, pp. 1-16, 2000.

[5] Friedt W, Snowdon, RJ: Oilseed rape. In, Vollmann J, Rajcan I (Ed): Oilcrops, Handbook of Plant Breeding. 91-126, 2009.

[6] Stefansson BR: The development of improved rape-seed cultivars. In: J.K.G. Kramer, F.D. Sauer and W.J. Pigden (Eds.) High and Low Erucic Acid Rapeseed Oils. Academic Press, New York, pp. 143–159, 1983.

[7] Downey RK, Röbbelen G: Brassica species. In: G. Röbbelen, R. Downey and A. Ashri (Eds.) Oil Crops of the World. McGraw-Hill, New York, pp. 339–382, 1989.

[8] Downey RK: Brassica oilseed breeding: achievements and opportunities. Plant Breed Abstr, 60: 1165–1170, 1990.

[9] Stefansson BR, Hougen FW: Selection of rape plants (*Brassica napus*) with seed oil practically free of erucic acid. Can J Plant Sci, 44: 359–364, 1964.

[10] Anjou K, Lönnnerdal B, Uppström B, Aman P: Composition of seeds from some Brassica cultivars. Swedish J Agric Res, 7: 169-178, 1977.

[11] Slominski BA, Campbell LD, Guenter W: Carbohydrates and dietary fiber components of yellow-seeded and Brown-seeded canola. J Agric Food Chem, 42: 704-707, 1994.

[12] Slominski BA, Campbell LD, Rakow G, Guenter W: Nutritive value for broilers of meals derived from newly developed varieties of yellow-seeded canola. Anim Feed Sci Technol 78: 249-262, 1999.

[13] Downey RK, Stephansson BR, Stringam DI: Breeding rapeseed and mustard crops. In Harapiak JT (Ed), Oilseeds and pulse crops in Western Canada- A Symposium, Western Crop Fertilizers, Calgary, Alberta, Canada: 1587-183, 1975. 157-178, 1975.

[14] Liu HL: Studies on the inheritance of yellow-seeded *Brassica napus* L. Acta Agronomica Sinica, 18: 241-248, 1992.

[15] Rashid A, Rakow, Downey RK: Agronomic performance and seed quality of black seed cultivars and two sources of yellow seeded *Brassica napus*. Proceedings of 9th International Rapeseed Congress, Cambridge, U.K. p. 1141-1146, 1995.

[16] Liu HL, Han JX, Hu XJ: Studies on the inheritance of seed coat color and other related characteristics of yellow seeded *Brassica napus*. Proceedings of the 8th International Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada: 1438-1444, 1991.

[17] Liu HL: Studies on the breeding of yellow seeded *Brassica napus* L. Proceedings of the 6th International Rapeseed Congress, Paris, France, 1: 637-641, 1983.

[18] Shirzadegan M, Röbbelen G: Influence of seed color and hull proportions on quality properties of seeds in *Brassica napus* L. Fette Seifen Anstrichmittel, 87: 235-237, 1985.

[19] Zaman MW: Potential for species introgression in *Brassica napus* with special reference to earliness and seed color. PhD Thesis, Department of Plant Breeding, Institution for Vaxtforadeling, Swedish Univ Agric Sci, Uppsala, Sweden, 1987.

[20] Chen, BY, Heneen WK, Josson R: Resynthesis of *Brassica napus* L. Through interspecific hybridization between *B. alboglabra* Bailey and *B. campestris* L. with special emphasis on seed color. Plant Breeding 101: 52-59, 1988.

[21] Chen BY, Heneen WK: Inheritance of seed color in *Brassica campestris* L. and breeding for yellow-seeded *B.*

napus L. Euphytica 59: 157-163, 1992.

[22] Rashid A, Rakow G, Downey RK: Development of yellow seeded *Brassica napus* through interspecific crosses. Plant Breeding 112: 127-134, 1994

[23] Qui CK, Fu SZ, Pu HM: A successful transfer of yellow seeded trait from *Brassica carinata* to *B. napus*. Proc 9th Int Rapeseed Congress Cambridge 4: 1137-1140, 1995.

[24] Tang ZL, Li JN, Zhang XK, Chen L, Wang R: Genetic variation of yellow seeded rapeseed lines (*Brassica napus* L.) from different sources. Plant Breeding 116: 471-474, 1997.

[25] Meng J, Shi S, Gan L, Zaiyung L, Qu X: The production of yellow-seeded *Brassica napus* (AACC) through interspecific hybrids of *B. campestris* (AA) and *B. carinata* (BBCC) with *B. napus*. Euphytica, 103: 329-333.

[26] Rahman MH: Production of yellow seeded *Brassica napus* through interspecific crosses. Plant Breeding, 120: 463-472, 2001.

[27] Burbulis N, Kott LS: A new yellow-seeded canola genotype originating from double low black-seeded *Brassica napus* cultivars. Can J Plant Sci, 85: 109-114.

[28] Friedt W, Lühs W: Recent developments and perspectives of industrial rapeseed breeding. Fett/Lipid, 100: 219–226. 1998.

[29] Biermann U, Friedt W, Lang S, Lühs W, Machmüller G, Metzger JO, Rüschen KM, Schaefer HJ, Schneider MP: New syntheses with oils and fats as renewable raw materials for the chemical industry. Angew Chem Int Ed, 39: 2206–2224, 2000.

[30] Leckband G, Frauen M, Friedt W: NAPUS 2000. Rapeseed (*Brassica napus*) breeding for improved human nutrition. Food Res Int, 35: 273–278, 2000.

[31] Friedt W, Leckband G, Frauen M: NAPUS 2000 – Research for an overall improvement in rapeseed. INFORM 15, 295–297, 2004.

[32] Downey RK: A selection of *Brassica campestris* L. containing no erucic acid in its seed oil. Can J Plant Sci, 44: 295–297, 1964.

[33] Stefansson BR, Hougen FW, Downey RK: Note on the isolation of rap plants with seed oil free from erucic acid. Canadian Journal of Plant Science, 41: 218-219, 1961.

[34] Kirk JTO, Oram RN: Mustards as possible oil and protein crops for Australia. Journal of Australian Agricultural Science, 44: 143-156, 1978.

[35] Alonso LC, Fernandez-Serrano O, Fernandez-Escobar J: The outset of a new oilseed crop: *Brassica carinata* with low erucic acid. Proc. 8th Int. Rapeseed Congr., Saskatoon, Canada, pp. 170–176, 1991.

[36] Getinet A, Rakow G, Raney JP, Downey RK: The inheritance of erucic acid content in Ethiopian mustard. Can J Plant Sci, 77: 33–41, 1997.

[37] Fernandez-Escobar J, Domimnguez J, Martin A, Fernandez-Martinez JM: Genetics of the erucic acid content in interspecific hybrids of Ethiopian mustard (*Brassica carinata* Braun) and rapeseed (*B. napus* L.). Plant Breeding 100, 310-315, 1988.

[38] Getinet A, Rakow G, Raney JP, Downey RK: Development of zero erucic acid Ethiopian mustard through an interspecific cross with zero erucic acid Oriental mustard. Can J Plant Sci, 74: 793–795, 1994.

[39] Lühs W, Seyis F, Voss A, Friedt W: Genetics of erucic acid content in *Brassica oleracea* seed oil. Czech J Genet Plant Breed, 36: 116-120, 2000.

[40] Seyis F, Friedt W, Voss A, Lühs W: Identification of individual *Brassica oleracea* plants with low erucic acid con-

tent. Asian Journal of Plant Sciences, 3 (5): 593-596, 2004.

[41] Seyis F, Friedt W: Brassica oleracea genotypes displaying interesting fatty acid profiles for *Brassica napus* breeding. African Journal of Agricultural Research, 5 (23): 3191-3195. 2010

[42] Seyis F, Friedt W, Lühs W: Development of Resynthesized Rapeseed (*Brassica napus* L.) Forms with Low Erucic Acid Content Through in ovulum Culture. Asian Journal of Plant Sciences, 4 (1): 6-10, 2005.

[43] Seyis F, Friedt W, Lühs W: Resynthese-Raps (*Brassica napus* L.) als genetische Ressource für die Qualitäts- und Ertragszüchtung. In: K. Hammer und T. Gladis (Ed.), Nutzung genetischer Ressourcen – ökologischer Wert der Biodiversität. Schriften zu Genetischen Ressourcen, 16: 91-112, 2001.

[44] Seyis, F, Kurt O, Uysal H: Türler arası melezleme yoluyla bitkisel yağ kalitesine sahip kolza (*B. napus* L.) formların oluşturulması ve hibrit geliştirmede kullanılmaları. TÜBİTAK TOVAG 104563 Kariyer Projesi, 58S, 2010.

[45] Girke A, Schierholt A, Becker H: Extending the rapeseed genepool with resynthesized *Brassica napus* L. I: Genetic diversity. Genetic Resources and Crop Evolution, 59: 1441–1447, 2011.

[46] Seyis F, Aydın E: Kolza (*Brassica napus* L.) Kalite Islahında Lahana (*B. oleracea*) Genotiplerinin Kullanılması Olanakları. Nobel Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 5(2): 32-37, 2012.