



## Türler Arası Melez Kolza (*Brassica napus* L.) Formlarının Hibrit İslahındaki Önemi

Fatih SEYİS\* Emine AYDIN

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Katori Mevkii Pazar/Rize

\*Sorumlu yazar  
e-mail: fatih.seyis@erdogan.edu.tr

Geliş Tarihi: 04 Aralık 2013  
Kabul Tarihi: 30 Aralık 2013

### Özet

Kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinin iki diploid ebeveyn tür olan lahanada (*B. oleracea* L.) ve şalgam (*B. rapa* L.)' nın melez olduğu oldukça iyi bilinmektedir. Türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının tane verimlerinin düşük olması önce bu tiplerin verim ıslahında kullanılmasını engellemiştir. Fakat türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının yeni bir gen havuzunu teşkil ettiğinin ortaya konması bu tiplerin hibrit ıslahında kullanılması fikrini ortaya atmıştır. Bu bitkinin ıslahı ve geliştirilmesinde kullanılacak farklı gen havuzları moleküler markerler kullanılarak ortaya konmuştur. Kolza (*Brassica napus* L.)' nin türler arası melezleme ile oluşturulması ile yapılan çalışmalar bu yöntemin günümüzde bile günümüz moleküler biyoloji devrinde ve bitki ıslahında çok önemli imkan ve vasıtaların bulunduğu bu devirde de önemini kaybetmediğini göstermektedir. Bu tebliğde kolza (*B. napus* L.) bitkisinde türler arası melezleme yoluyla oluşturulan yeni formların kolza hibrit ıslahında kullanılabilmesi olanakları detayıyla açıklanmaya çalışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** kolza, türlerarası melez, hibrit, ıslah

## Increasing Genetic Variation In Rapeseed (*Brassica napus* L.) Using Biotechnological Methods

### Abstract

It is well known that rapeseed (*Brassica napus* L.) is an interspecific hybrid of the diploid progenitors cabbage (*B. oleracea* L.) and turnip rape (*B. rapa* L.). The low yield capacity of interspecific rapeseed (*B. napus* L.) forms first hindered the use of these forms in yield breeding. However the discovery that interspecific rapeseed (*B. napus* L.) forms represent a new gene pool opened the opportunity to use these forms in hybrid breeding. The need of broadening genetic diversity in canola rapeseed (*Brassica napus*) breeding programs seems to be the general consensus among canola breeders and researchers. Diversity analysis by the use of molecular markers has identified several gene pools which can be used for the improvement of this crop. In an area where very important possibilities and tools are present for molecular biology and plant breeding research about the creation of new rapeseed (*B. napus* L.) forms using interspecific hybridisations shows us that this method has not lost any value about its importance. The issue use of interspecific rapeseed (*B. napus* L.) forms in hybrid breeding will be discussed in detail.

**Keywords:** rapeseed, interspecific hybrid, hybrid, breeding

## GİRİŞ

Kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinin de içinde bulunduğu Brassica türleri genelde yağında % 40' dan fazla oranda erusik asit ve kuru maddede 100 µmol g glikosinolat içermektedirler. Geleneksel olarak içerdikleri erusik asidin insan beslenmesi için uygun olmadığı ve glikosinolatların da hayvan yemlerinde proteince zengin küspenin kullanımını sınırlandırdığı için besin olarak uygun olmadığı belirtilmektedir (Clandinin ve Robblee, 1981; Bell 1993). Bununla beraber,

yoğun ıslah çalışmaları sonucunda kolza (*B. napus* L.) bitkisinin doğal populasyonlarında sıfır erusik asit ve düşük glikosinolat içeriğine sahip formların tespit edilmesi ve bu genotiplerin 1960 ve 1970' li yıllarda Kanada ve Avrupa' da yoğun ıslah çalışmalarında kullanılması sonucunda bu yağ asidi yağdan tamamıyla uzaklaştırılmış ve glikosinolat içeriği yağ içermeyen küspede 30 µmol g altına düşürülmüştür (Stefansson ve Downey, 1995). İslah edilen bu yağlı tohumlu *B. napus* bitkisine 00 tipi kolza (*B. napus* L.) ya da kanola adı verilmiştir. Yapılan ıslah çalışmaları sonucunda

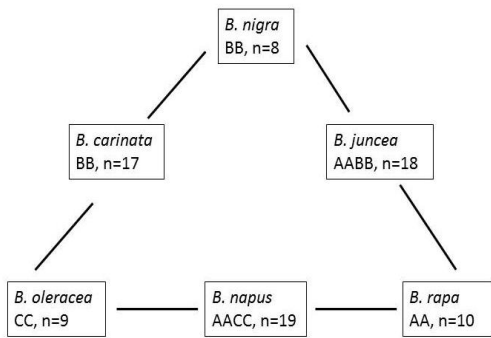
günümüzde bu bitki dünyada en önemli yağ bitkilerinden birisi haline gelmiştir (Rahman 2013).

### Brassica Türleri Arasındaki Sitogenetik İlişkiler

Asyalı Sitogenetikçiler Morinaga ve U tarafından Brassica türleri arasındaki sitogenetik ilişkiler yayınlanmıştır (Morinaga 1933; Morinaga 1934; U 1935). Bu araştırmacılar, A, B ve C genomlarına sahip diploid *Brassica rapa* (AA,  $2n = 20$ ), *B. nigra* (BB,  $2n = 16$ ) ve *B. oleracea* (CC,  $2n = 18$ )' dan doğal amfidiploid formlar olan *B. carinata* (AABB,  $2n = 34$ ), *B. napus* (AACC,  $2n = 38$ ) ve *B. juncea* (BBCC,  $2n = 36$ )' nın türetilebileceğini ortaya koymuşlardır. Bu üç diploid tür ve poliploid ebeveynleri arasındaki ilişkiler (Şekil 1) kültür bitkilerinde günümüzde poliploidi araştırmalarında kullanılacak en yararlı sitemlerden bir tanesidir (2006; Song ve ark., 1995).

### Genetik Varyasyonun Durumu

Kolza (*B. napus* L.) Asya ve Akdeniz Bölgelerinde eski yerleşik kültürler tarafından tarımı yapılan bir bitkidir ve 13. yüzyıldan beri Avrupa' da öncelikle lamba yağı olarak kullanılmaktaydı (Colton ve Sykes, 1992). Kolza (*B. napus* L.) ticari olarak ilk önce savaş gemilerinde yağlama yağı olarak kullanılmak üzere yetiştirilmiştir.



Şekil 1. Brassica türleri arasındaki akrabalık ilişkileri (U 1935)

İlk geliştirilen kolza (*B. napus* L.) çeşitleri yağında yüksek oranda erusik asit ve küspesinde yüksek oranda glikosinolat içermektedir. Bu bileşiklerin ciddi sağlık sorunlarına sebebiyet verebileceği bilinmektedir. Yüksek oranda erusik asidin kemirgenlerde kalpte, kas sisteminde ve böbrekte yağlanmalara sebep olduğu ortaya konmuştur. Kanada' da başlatılan

kolza (*B. napus* L.) ıslah programları neticesinde 1959 yılında düşük oranda erusik asit içeren Liho kolza (*B. napus* L.) çeşidi tespit edilmiştir. Bu özelliği verimi yüksek adapte olmuş çeşitlere aktarabilmek için geriye melezleme ve seleksiyon programı başlatılmıştır (Przybylski 2005). Glikosinolat içeriğini düşürmek amacıyla yapılan çalışmalar neticesinde 1950' li yıllarda Dr. Krzymanski tarafından düşük glikosinolat içeriğine sahip Bronowski adlı Polonya kökenli kolza (*B. napus* L.) formu tespit edilmiştir. Bu çalışmalar sonucunda da 00-tipi kolza (*B. napus* L.) ya da ticari adıyla kanola ortaya çıkmıştır.

Birçok kültür bitkisinden farklı olarak *B. napus*' un doğada yabancı formu bulunmamaktadır (Prakash 1980).

*Brassica napus* (AACC,  $2n=38$ )' un doğada *B. rapa* (AA,  $2n=20$ ) ve *B. oleracea* (CC,  $2n=18$ ) türlerinin melezlenmesi sonucu meydana geldiği ifade edilmektedir (U 1935). İki ebeveyn türün yabancı formlarının yoğun olarak bulunduğu Akdeniz Bölgesinin Avrupa kısmında bu doğal melezleme olayının gerçekleşmiş olduğu bölgelerden biri olduğu tahmin edilmektedir. Nükleer ve genomik DNA yapılarının incelenmesi ile bu doğal melezleme olayının farklı yerlerde birden fazla morfolojik tipi içerecek şekilde meydana geldiği kanıtlanmıştır (Song ve Osborn, 1992). Kolza (*B. napus* L.)' nın bir ya da birkaç bölgede spontan olarak ortaya çıkmasından bağımsız olarak, her iki ebeveynin bütün varyantlarının bu türler arası melezleme olayına müdahil olma ihtimali gerçekten uzaktır.

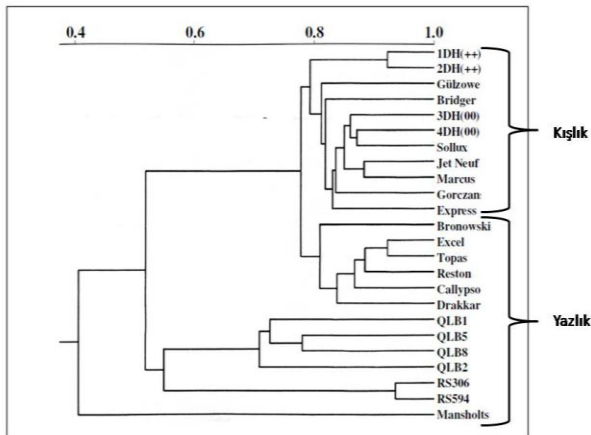
Bu nedenle, bitkinin evriminde meydana gelen eksiklikler ve sınırlı gen havuzu içerisinde yürütülen yoğun ıslah çalışmaları ve bu bitkinin kültüre alınma tarihinin çok kısa olması gen havuzunun daralmasına sebebiyet vermiştir (Friedt ve Snowdon, 2009).

### Genetik Varyasyonu Artırmada Türler Arası Melez Kolza (*B. napus* L.) Formlarının Önemi

Son yıllarda yapılan DNA bazlı moleküler marker çalışmaları sonucunda Brassica cinsinin genomu hakkında detaylı bilgiler edinilmiştir. Günümüzde kolza (*B. napus*)' nın iki diploid genomu olan A (*B. rapa*) ve C (*B. oleracea*) genomlarının genom duplikasyonu, kromozom kırılması, füzyonu ve yeniden düzenlenmesi sonucu meydana geldiği konusunda kanıtlar mevcuttur (Lagercrantz ve Lydiat, 1996; Lagercrantz 1998). Geleneksel ve moleküler

sitogenetik analizler A ve C genomları arasında yüksek derecede homoelaji bulunduğu fakat B genomunun bu iki genomdan farklı olduğunu ortaya koymuştur (Attia ve Röbbelen, 1996; Attia ve ark., 1998; Mason ve ark., 2010)). Bununla birlikte, *B. rapa* ve *B. oleracea*'nın A ve C genomları birbirinden çok farklıdır (Abel ve ark. 2005) ve bu iki diploid tür de *B. napus*'tan genetik olarak farklılık göstermektedirler (Thormann ve ark., 2005). Bu nedenle bu iki diploid tür *B. napus* ıslahında genetik materyal olarak kullanılabilir.

Tarımsal ve ekonomik değerler yönünden ıslah genetik varyasyondan faydalanmayı gerektirmektedir (Friedt ve ark., 2007). Bu nedenle, yüksek oranda genetik varyasyonu muhafaza edebilmek için sürekli olarak farklı genetik materyali ıslah sürecine dâhil etmek zorunluluğu vardır. Embriyo kurtarma tekniklerinden (Takeshita ve ark., 1980; Namai 1987; Hossain ve ark., 1988; Hossain ve ark., 1989; Diederichsen 1992; Inomata 1993) faydalanılarak türler arası melezleme yoluyla oluşturulan yeni kolza (*B. napus* L.) formlarının kolza (*B. napus* L.) bitkisinde genetik varyasyonu artırdığı birçok çalışma ile ortaya konmuştur. Türler arası melezleme yoluyla geliştirilen yeni kolza (*B. napus* L.) formlarının yeni bir gen havuzu oluşturduğu, farklı araştırmacılar tarafından farklı moleküler marker yöntemleri kullanılarak tespit edilmiştir (Krähling, 1987; Voss ve ark., 1998; Girke 2002; Seyis ve ark., 2003). Şekil 2' de Voss ve ark. (1998)'nin yapmış oldukları çalışmada kışlık ve yazlık genotipler RAPD markerları kullanılarak birbirinden ayırt edilebilmiştir.



Şekil 2. Farklı kolza (*B. napus* L.) genotipleri arasındaki akrabalık ilişkilerinin RAPD markerları ile belirlenmesi (Voss et al., 1998)

İki ebeveyn form kullanılarak *B. napus*'un türler arası melezleme yoluyla oluşturulması farklı araştırmacılar tarafından farklı amaçlar ile yapılmıştır. Örneğin erkencilik (Akbar 1989), sarı tohum kabuğu rengi (Rahman 2001) ve kendine uyumsuzluk (Rahman 2004), genetik tabanın genişletilmesi (Becker ve Enqvist, 1995; Jess ve ark., 2011), iki genomdan gelen allelik etkiden kaynaklanan heterotik etkinin kullanılması (Abel ve ark., 2005) gibi. Bu örnekler daha da çoğaltılabilir. Örneğin, yazlık karakterde türler arası melez *B. napus* ile yazlık kanola hattının F1 melezinden DH hatları geliştirmiştir (Udall ve ark., 2004). Bütün DH hatların tane verimi açık tozlanan yazlık kanola standart çeşitlerinden daha düşük olarak gerçekleşmiştir. Bununla beraber, bu DH hatlarının Kanada yazlık tester hattı ile melezlenmesinden elde edilen test hibritlerinden bazıları hibrit kontrol çeşitlerinden önemli derecede daha fazla tane verimine sahip olmuşlardır. Yine, türler arası melezleme yoluyla geliştirilen kolza (*B. napus* L.) formları kullanılarak geliştirilen hibritlerin veriminin standart çeşitlere göre % 16 daha yüksek tane verimine sahip olduğu bildirilmiştir (Seyis ve ark., 2006).

Türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının ticari ıslah programlarında kullanılmasının en büyük problemi ebeveyn türlerde istenmeyen bazı olumsuz özelliklerin de kolza (*B. napus* L.) bitkisine aktarılma ihtimalinin olmasıdır. Yine, türler arası melez *B. napus* 'un genomunda, özellikle DNA fragmentlerinin kaybolması ve yeni fragmentlerin ortaya çıkması bakımından, değişiklikler sık sık meydana gelmektedir (Song ve ark., 1995) ve bu tip bitkiler tane bağlama (Krähling 1987) ve tane verimi dahil tarımsal özellikler bakımından zayıftırlar (Girke ve ark., 1999). Bu nedenle yeni genetik materyali pratik olarak kullanmadan önce yoğun ıslah çalışmalarına ihtiyaç vardır. DH tekniği, ki etkinliği çalışmalarla ortaya konmuştur, bu gibi durumlarda kullanılabilir (Basunanda ve ark., 2007). Bununla beraber, gelecekte kanola kalitesine sahip türler arası melez *B. napus*'un geliştirilmesi istenen bir gelişme olacaktır (Bennett 2012; Seyis ve Friedt, 2010; Seyis 2013), ki bu durum tane kalite özellikleri (eruşik asit ve glikosinolat) ile ilgili sıkıntıları ortadan kaldıracaktır.

Tabii ki *B. napus*'a sadece iki ebeveyn diploid form kullanılarak belli özellikler aktarılmamıştır. Tablo 1' de kıyaslama olması

bakımından hem iki ebeveynden, hem de diğer Brassica türlerinden aktarılan özellikler bazı yayınlar seçilerek belirtilmiştir. Tablo 1’ de belirtildiği gibi kolza (*B. napus* L.) ıslahında önemli olan sarı tohumluluk ve düşük erusik asit, ki burada erusik asit diploid ebeveynden *B. napus* ‘ a aktarılmıştır, gibi önemli özellikler bu bitkinin gen havuzuna kazandırılmıştır.

**Tablo 1.** Türler arası melezleme yoluyla *B. napus* bitkisine aktarılan özellikler

| Geliştirilen Özellik             | Donör  | Kaynak                                       |
|----------------------------------|--|--|
| Erken çiçeklenme                 | <i>B. rapa</i> , <i>B. oleracea</i>                        | (Akbar, 1989)                                |
|                                  | <i>B. oleracea</i>   | (Rahman ve ark. 2011)                        |
| Sarı tohum kabuğu rengi          | <i>B. carinata</i> , <i>B. juncea</i>                      | (Rashid ve ark., 1994)                       |
|                                  | <i>B. rapa</i>   | (Rahman, 2001)                               |
| Phoma kök çürüklüğü              | <i>B. juncea</i>   | (Roy, 1984)                                  |
|                                  | <i>B. carinata</i> , <i>B. juncea</i> ,<br><i>B. nigra</i> | (Sjödén ve Glimelius, 1989)                  |
|                                  | <i>B. oleracea</i>   | (Ripley ve Beversdorf, 2003)                 |
| Kendine Uyuşmazlık (S allelleri) | <i>B. rapa</i> , <i>B. oleracea</i>                        | (Rahman, 2005)                               |
| Düşük erusik asit özelliği       | <i>B. rapa</i> , <i>B. oleracea</i>                        | (Seyis ve ark., 2005; Seyis ve Friedt, 2010) |

Kaynak: Bennett (2012)’ den değiştirilmiştir.

Aynı zamanda, *B. Napus*’un iki diploid ebeveyn türleri çok yüksek oranlarda morfolojik ve genetik farklılığı bünyelerinde barındırmaktadır (dos Santos ve ark., 1994; Lázaro ve Aguinalde, 1998; Takuno ve ark., 2007; Warwick ve ark. 2008) ve türler arası melez oluşturmak için bu nedenle büyük potansiyel mevcuttur.

### ***B. napus* Hibrit Islahında Genetik Kaynak Olarak Türler Arası Melez Formların Önemi**

Pratik bitki ıslahında türler arası melez formlar günümüze kadar sınırlı alanlarda kullanılmıştır, çünkü birçok tarımsal önemli özellikler yönünden mevcut ıslah materyaline göre daha az tatmin edici özellikler göstermektedirler (Girke 2002). Örneğin Ahmadi (1988) ve Engqvist ve Becker (1994)’ ın yapmış oldukları çalışmalarda türler arası melez formlarında standart çeşitlere göre % 20 – 30 daha az verim değerleri tespit edilmiştir.

Türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının tane verimlerinin düşük olması dolayısıyla bu formların ıslahta kullanılması daha çok yarı sentetik formların geliştirilmesi ya da yeni elde edilen formların özelliklerinin geriye melezleme yoluyla mevcut ıslah materyaline aktarılması yönünde olmaktadır (Krähling 1987; Friedt ve ark., 2003).

Hibrit ıslah programlarında heterotik etkilerden daha fazla faydalanma yönünden genetik olarak farklı ıslah materyali büyük önem arz etmektedir. Bu etkilerin genetik olarak farklı materyal kullanıldığında daha da arttığı bilinmektedir (Wricke ve Weber, 1986; Léon 1991). Türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının yeni bir gen havuzu oluşturduğu bilindiğinden, yüksek verimli ıslah materyali ile melezlendiğinde yüksek heterotik etkilerin ortaya çıkması muhtemeldir.

Nitekim bazı çalışmalarda ebeveynler arasındaki genetik farklılık ve hibrit kolza (*B. napus* L.) performansı arasında önemli ilişkiler saptanmıştır (Diers ve ark., 1996; Riaz ve ark., 2001; Shen ve ark., 2006). Ayrıca Krähling (1987), Girke ve ark. (1999) ve Seyis ve ark. (2006) türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları ve ıslah materyalini melezledikleri çalışmalarda bu formların hibrit ıslahı için tarımsal potansiyellerini ortaya koymuşlardır.

Başka bir çalışmada hibrit verimini artırmak için Avrupa kışlık kolza (*B. napus* L.) formlarının Kanada Canola çeşitleri ile melezlenmesi tavsiye edilmiştir, çünkü bu iki gen havuzu arasında yapılan melezlemelerde üstün hibrit performansları tespit edilmiştir (Quijada ve ark., 2009). Hibrit verimini artırmak için başka araştırmacılar tarafından farklı bir strateji ortaya koyulmuştur (Li ve ark., 2006). Bu stratejide *Brassica napus*’ un doğal ebeveynleri ile *B. rapa* ‘nın A subgenomu ile *B. carinata* ‘nın C subgenomunu ihtiva eden formun melezlenmesine dayanmaktadır ki bu alt genomlar arası heterosisi ortaya koymaktadır. Farklı gen havuzları kullanılarak geliştirilen yazlık kolza (*B. napus* L.) çeşitlerinin denendiği bir çalışmada ise mevcut kolza (*B. napus* L.) çeşitlerine göre daha yüksek verim verdikleri belirlenmiştir (Lefort-Buson 1987).

Hibrit kolza (*B. napus* L.) çeşitleri konusundaki potansiyel oldukça detaylı olarak araştırılmıştır (Lefort-Buson 1987; Schuster ve Michael, 1976; Sernyk ve Stefansson, 1983). Bu amaçla farklı erkek kısırılık sistemleri geliştirilmiştir (Brandle ve McVetty, 1990). Örneğin, Ogu/INRA CMS-Sistemi (Renard ve ark., 1997) ve MSL Erkek Kısırılık Sistemi (Paulmann ve Frauen, 1998) gibi sitoplazmik erkek kısırılık sistemleri geliştirilmiştir. Saf hat ıslahı sonucu geliştirilen çeşitlere göre hibrit çeşitlerinin üstünlüğü sadece daha fazla verim vermeleri değil, heterojen yapıları nedeniyle stabil verime sahip olmalarıdır (Paulmann ve Frauen, 1991).

Hibritlerin üstünlüğü uygun olmayan yetiştirme şartlarında daha da belirgin olarak ortaya çıkmaktadır. Üç yıllık sonuçlara dayanarak heterosis seviyesinin yetiştirme şartlarının uygun olmayan yılda uygun olan yıllara göre iki kat daha fazla olduğunu ortaya konmuştur (Becker 1987).

Genetik olarak farklı kolza (*B. napus* L.) materyalinin genel kombinasyon kabiliyetini (GCA) belirlemek için yürütülen bir çalışmada (Seyis ve ark., 2006) 9 yüksek erusik asit içeriğine sahip türler arası melez kolza (*B. napus* L.) genotipi ve üç eski kolza (*B. napus* L.) çeşidi 00 kalitesine sahip erkek kısır hatlarla melezlenmiştir. Bu hibritlerin verimleri iki yılda Rauschholzhhausen, Almanya’ da denenmiştir. Türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları kullanılarak geliştirilen hibritlerin kontrol çeşidine kıyasla % 1-15 oranında daha fazla verim verdikleri saptanmıştır. Aynı materyal Almanya da Rauschholzhhausen ve Hohenlieth ve Danimarkanın Dyngby lokasyonunda ekilmiştir (Seyis ve ark., 2010a). Yine türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları kullanılarak geliştirilen hibritlerin verimlerinin kontrole göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. 1995 ve 1996’ da (Girke ve ark., 1999) Svalöv, İsveç ve Dyngby, Danimarka’ da Korall yazlık çeşidi ile türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları kullanılarak geliştirilen 12 hibrit denenmiştir. Bazı hibritlerin verimi yüksek ebeveynin verimini %% 21 kadar geçmiştir.

### **Kolza (*B. napus* L.) Hibrit Islahı İçin Yeni Gen Kaynakları**

Kolza (*B. napus* L.)’ nın diploid ebeveynlerindeki morfolojik ve genetik farklılık dikkate alındığında her birinin yeni materyal geliştirmede kullanılabileceğini söylemek mümkündür. Fakat burada sadece kolza (*B. napus* L.) ıslahı için büyük önem arz eden düşük erusik asit içeriğine sahip lahana (*B. oleracea* L.) genotiplerinden bahsedilecektir.

Kolza (*B. napus* L.) haricindeki diğer Brassica türlerine düşük erusik asit özelliği bakımından göz atılacak olursa, kolza (*B. napus* L.) yanında farklı Brassica türlerinde düşük erusik asit içeriğine sahip mutantlar tespit etmek amacıyla yapılan çalışmalarda Brassica rapa (AA) (Downey 1964) ve Brassica juncea (AABB) (Kirk ve Oram, 1978) ‘ da düşük erusik içeriğine sahip genotipler bulunmuştur. Amfidiploid *B. carinata* (BBCC) ‘ da düşük erusik asit içeriğine sahip mutantlar 1990’ lı yıllara kadar bilinmemekteydi. Farklı *B.*

*carinata* genotiplerinin melez döllerinde transgressive açılımların seçilmesi (Alonso ve ark., 1991), mutasyon oluşturma ve düşük erusik asit içeriğin sahip *B. napus* ve *B. juncea* (Getinet, 1987; Fernandez-Escobar,1988) ile türler arası melezleme gibi farklı yöntemler ile erusik asit oranı düşürülmeye çalışılmıştır. Adı geçen ilk ve son yöntem ile başarılı olarak düşük erusik asit içeriğine sahip formlar başarılı olarak selekte edilmiştir (Alonso ve ark., 1991; Getinet, 1987). Diğer monogenomik tür olan *B. nigra* (BB) için ise daha önce bazı araştırmacıların daha önce de ifade ettiği gibi (Downey 1964; Fernandez-Escobar 1988; Stefansson ve ark., 1961) günümüze kadar bu özellikteki genotiplere rastlanmamıştır.

Düşük erusik asit içeriğine sahip *B. oleracea* genotipleri ise ilk kez Almanya da (Lühs ve ark., 2000) tarif edilmiştir. Bu genotiplerden ikisi, Ladozhskaya ve Kashirka, (Seyis ve ark, 2004) belli özellikler yönünden tarif edilmiştir. Kashirka ve Ladozhskaya lahana (*B. oleracea*) genotiplerinin oleik asit içeriklerinin sırasıyla % 57.40 ve % 56.21, glikosinolat içeriklerinin ise 63.4ve 129.5 µmol g/kuru madde (NİRS) olduğu ifade edilmiştir. Diğer bir yayında bu iki genotip yanında Eisenkopf genotipi de dahil bu üç lahana (*B. oleracea*) genotipinin yağ asitleri kompozisyonlarını yayınlanmıştır (Seyis ve Friedt, 2010). Araştırmacılar bu üç genotipte erusik asit içeriklerinin % 0’ dan % 45’ e kadar değiştiğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, ilk kez düşük erusik asit içeriğine sahip türler arası melez formlarının mevcudiyeti 2005 yılında yayınlanmıştır (Seyis ve ark., 2005). Araştırmacılar embriyo kültür tekniği yardımıyla Kashirka ve Eisenkopf adlı *B. oleracea* ve Asko adlı *B. rapa* genotiplerinden türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formları geliştirmişlerdir. 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 ile (Q3F and SWSP) Kashirka ve Lazdozhskaya adlı *B. oleracea* genotipler diğer bir çalışmada melezlenmiştir. Toplam 468 hibrit bu çalışmada geliştirilmiş ve bazı tek bitkilerde yapılan yağ asidi analizinde bunların erusik asit seviyesinin sifıra yakın olduğu ortaya konmuştur (Seyis ve ark., 2001).

Bundan başka, bir TÜBİTAK projesi çerçevesinde araştırmacılar (Seyis ve ark., 2010b) Kashirka ve Ladozhskaya 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.

## ÖNERİLER

Nispeten genç bir kültür bitkisi olması dolayısıyla *B. napus*' un gen havuzunda doğal varyasyonun ıslah bakımından önemli özellikler bakımından sınırlıdır. Buna karşılık *B. oleracea* ve *B. rapa* daki belirgin şekilde görülen form zenginliği dikkate alındığında türler arası melezleme yoluyla oluşturulacak yeni kolza (*B. napus* L.) formlarının potansiyel olarak ıslahta kullanımlarının hala yeterince değerlendirilmediği görülmektedir.

*B. napus* içerisindeki genetik varyasyon dünya üzerinde mevcut gen bankası koleksiyonlarının karakterize edilmesi ile ortaya konmuştur.

Geliştirilen türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının doğrudan kalite ıslahında kullanılamamasının nedeni özellikle lahana (*B. oleracea*) ebeveynindeki yüksek glikosinolat oranıdır.

Türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarına kanola kalitesini aktarmak için önce adapte olmuş materyal ile melezleme yapmak, daha sonra geriye melezleme yapmak ve ileriki aşamalarda da verim performansı için tekrarlamalı seleksiyona ihtiyaç vardır. Yapılması gereken diğer bir çalışma, erusik asit seviyesi düşük olan ve kaliteli genetik materyal olarak karşımıza çıkan *B. oleracea* L. genotiplerinin glikosinolat oranının düşürülmesidir. Lahana (*B. oleracea* L.) ebeveyninin tohumları radyasyona mağruz bırakılabilir ya da yakın akraba Brassica türleri ile melezlenebilir, çünkü düşük glikosinolat içeriğine sahip lahana genotiplerinin ıslah edilmesi bugüne kadar bu tip formlara rastlanılmaması nedeniyle uzun zaman alabilir. Başka bir yöntem ise lahana (*B. oleracea*) genotiplerinin doku kültürü ortamlarında kültüre alınması olabilir, çünkü somaklonal varyasyon neticesinde glikosinolat içeriğinde bir kırılma meydana gelebilir.

Bitkisel yağ kalitesine sahip kolza (*B. napus* L.) türler arası melez formlarının geliştirilmiş

olması bu genotiplerin ticari kolza (*B. napus* L.) çeşitlerinin geliştirilmesine yönelik olarak değerlendirilme yolunu açtığını söylemek mümkündür. Uzun vadede bu materyalin mevcut ıslah materyaline entegrasyonu ve takip eden verim ıslahı aşamalarını bekleyip görmek gerekmektedir.

Kolza (*B. napus* L.) nın türler arası melezleme ile oluşturulması ile yapılan çalışmalar bu yöntemin günümüzde bile günümüz moleküler biyoloji devrinde ve bitki ıslahında çok önemli imkân ve vasıtaların bulunduğu bu devirde de önemini kaybetmediğini göstermektedir.

## KAYNAKLAR

Abel S, Möllers C, Hecker HC (2005). Development of synthetic *Brassica napus* lines for the analysis of "fixed heterosis" in allopolyploid plants. *Euphytica* 146: 157-163.

Akbar MA (1989). Resynthesis of *Brassica napus* aiming for improved earliness and carried out by different approaches. *Hereditas* 111: 239-246.

Alonso LC, Fernandez-Serrano O, Fernandez-Escobar J (1991). The outset of a new oilseed crop: *Brassica carinata* with low erucic acid content. *Proceedings 8th Int Rapeseed Congress (GCIRC)*, Saskatoon, Canada, (1): 170-176.

Attia T, Röbbelen G (1986). Cytogenetic relationship within cultivated *Brassica* analyzed in amphihaploids from the three diploid ancestors. *Can J Genet Cytol* 28: 323-329.

Attia T, Busso C, Röbbelen G (1987). Digenomic triploids for an assessment of chromosome relationships in the cultivated diploid *Brassica* species. *Genome* 29: 326-330.

Basunanda P, Spiller TH, Hasan M, Gehringer A, Schondelmaier J, Lühs W, Friedt W, Snowdon RJ (2007). Marker-assisted increase of genetic diversity in a double low seed quality winter oilseed rape genetic background. *Plant Breeding* 126: 581-587.

Bell JM (1993) Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. *Can J Anim Sci* 73: 679-697.

Becker HC (1987). Quantitative Genetik und Zuchtmethodik bei Raps – Versuch einer Literaturübersicht. In: Bericht d. AG d. Saatzuchtleiter, Bundesversuchsanstalt für alpenländische Landwirtschaft, Gumpenstein, 67-82.

Becker HC, Engqvist GM, Karlsson B (1995) Comparison of rapeseed cultivars and

resynthesized lines based on allozyme and RFLP markers. *Theor Appl Genet* 91: 62-67.

Bennet RA (2012). Broadening genetic diversity in canola (*Brassica napus*) germplasm using the *B. oleracea* var. *alboglabra* C-genome. PhD Thesis. Department of Agricultural, Food, and Nutritional Science, University of Alberta.

Brandle JE, McVetty PBE (1990). Geographical diversity, parental selection and heterosis in oilseed rape. *Can J Plant Sci* 70: 935-940.

Clandinin DR, Robblee AR: Rapeseed meal in animal nutrition: II. Nonruminant animals. *J. Am. Oil. Chem. Soc.* 58: 682-686, 1981.

Colton RT, Sykes JD. 1992. Canola. *AgFact P5.2.1* (4th edition). New South Wales Agriculture, Orange, NSW, Australia. 52pp.

Diederichsen E (1992). Kombination verschiedener Resistenzen gegenüber Plasmodiophora brassicae Wor. in resynthesierten Formen von Brassica-Arten. Diss Freie Universität Berlin.

Diers BW, McVetty PBE, Osborn TC (1996). Relationship between heterosis and genetic distance based on restriction fragment length polymorphism markers in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Crop Science* 36: 79-83.

dos Santos JB, Nienhuis J, Skroch P, Tivang J, Slocum MK (1994). Comparison of RAPD and RFLP genetic markers in determining genetic similarity among *Brassica oleracea* L. genotypes. *Theor Appl Genet* 87: 909-915.

Downey RK (1964). A selection of *Brassica campestris* L. containing no erucic acid in its seed oil. *Can J Plant Sci* 44: 499-504.

Engqvist GM, Becker HC (1994) What can resynthesized *Brassica napus* offer to plant breeding? *Sveriges Utsädesförenings Tidskrift* 104: 87-92.

Fernandez-Escobar J, Dominguez J, Martin A, Fernandez-Martinez JM (1988). 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.

Friedt W, Lühs W, Müller M, Ordon F (2003) Utility of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) cultivars and new breeding lines for low-input cropping systems. *German Journal of Agronomy* 2: 49-55.

Friedt W, Snowdon R, Ordon F, Ahlemeyer J (2007). Assessment of Genetic Diversity in Crop Plants and its Exploitation in Breeding. *Progress in Botany*, Springer Verlag: 151-178.

Friedt W, Snowdon RJ (2009). Oilseed Rape. *Oil Crops. Handbook of Plant Breeding*. Springer.

Getinet A (1987). Review on breeding of Ethiopian mustard (*Brassica carinata* A. Braun). *Proc 7th Inter Rapeseed Congress (GCIRC)*, Poznan, Poland, 2: 593-597.

Girke A, Becker HC, Engqvist G (1999). Resynthesized rapeseed as a new gene pool for hybrid breeding. *Proc 10th International Rapeseed Congress*, Canberra, Australia,

Girke A (2002). New Gene Pools for Hybrid Breeding from Resynthesized Rapeseed. PhD Thesis. FB Agrarwissenschaften, Georg-August-Universität Göttingen,

Hossain MM, Inden H, Asahira T (1988). Intergeneric and interspecific hybrids through *in vitro* ovule culture in the *Cruciferae*, *Plant Science* 58 (1):121-128.

Hossain MM, Inden HA (1989). Interspecific hybrids between *Brassica campestris* L. and *B. oleracea* L. through embryo and ovary culture, *Mem Coll Agric, Kyoto Univ.*

Inomata N (1993). Embryo rescue techniques for wide hybridization. In: Labana KS, Banga SS, Banga SK (Eds): *Breeding oilseed Brassicas. Monogr Theor Appl Genet* 19: 94-105.

Jesske T, Olberg B, Becker HC (2011). Resynthesized rapeseed with wild *Brassica* species as new genetic resource for breeding. *Proc 13th International Rapeseed Congress*.

Kirk JTO, Oram RN (1978). Mustards as possible oil and protein crops for Australia. *J Austr Inst Agric Sci* 44: 143-156.

Krähling K (1987). Utilization of genetic variability of resynthesized rapeseed. *Plant Breeding* 99: 209-217.

Lagercrantz U, Lydiate, D J (1996) Comparative genome mapping in *Brassica*. *Genetics* 144: 1903-1910.

Lagercrantz U (1998). Comparative mapping between *Arabidopsis thaliana* and *Brassica nigra* indicates that *Brassica* genomes have evolved through extensive genome replication accompanied by chromosome fusions and frequent rearrangements. *Genetics* 150: 1217-1228.

Lázaro A, Aguinagalde I (1998). Genetic diversity in *Brassica oleracea* L. (*Cruciferae*) and wild relatives (2n=18) using RAPD markers. *Ann Bot*: 82, 829-833.

Léon J (1991). Heterosis and mixing effects in winter oilseed rape. *Crop Science* 31: 281-284.

- Li M, Chen X, Meng J (2006) Intersubgenomic heterosis in rapeseed production with a partial new-typed Brassica napus containing subgenome Ar from *B. rapa* and Cc from *Brassica carinata*. *Crop Science* 46: 234–242.
- Lefort-Buson M., Guillot-Lemoine B, Dattee Y (1987) Heterosis and combining ability estimates in spring oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Genetics and Cytology* 27: 472–478.
- Lühs W, Seyis F, Voss A, Friedt W (2000). Genetics of erucic acid content in *Brassica oleracea* seed oil. *Czech J Genet Plant Breed* 36: 116-120.
- Mason AS, Huteau V, Eber F, Coriton O, Yan G, Nelson MN, Cowling WA, Chevre AM (2010): Genome structure affects the rate of autosyndesis and allosyndesis in AABC, BBAC and CCAB Brassica interspecific hybrids. *Chromosome Res* 18: 655-666.
- Morinaga T (1933). Interspecific hybridisation in Brassica: 5. The cytology of F1 hybrid of *B. carinata* and *B. alboglabra*. *Japanese Journal of Botany* 6: 467-475.
- Morinaga T (1934). Interspecific hybridisation in Brassica: 6. The cytology of *B. juncea* and *B. nigra*. *Cytologia* 6: 62-67.
- Namai H (1987). Inducing cytogenetical alterations by means of interspecific and intergeneric hybridization in *Brassica* crops. *Gamma Field Symposium* 26: 41–89.
- Paulmann W, Frauen M (1991). Einsatz von biotechnologischen Verfahren in der praktischen Rapszüchtung. 42. Arbeitstagung, Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler, Vereinig. Österreich. *Pflanzenzüchter*, 26.-28. Nov. 1991, Gumpenstein.
- Paulmann W, Frauen M (1998). Erfahrungsbericht zur Entwicklung und Saatguterzeugung von restaurierten Winterraps-Hybridsorten. Bericht über die 48. Tagung der Arbeitsgemeinschaft der Saatzuchtler, BAL Gumpenstein, 25–27 November, 1997.
- Prakash S, Hinata K (1980). Taxonomy, cytogenetics and origin of crop Brassicas, a review. *Opera Bot* 55: 1-57.
- Przybylski P, Mag T, Eskin NAM, McDonald BE (2005). Canola oil. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, Six Volume Set. Edited by Fereidoon Shahidi.
- Quijada PA, Udall JA, Polewicz H, Vogelzang RD, Osborn TC (2004). Phenotypic effects of introgressing French winter germplasm into hybrid spring canola. *Crop Science* 44: 1982–1989.
- Rahman MH (2001). Production of yellow seeded Brassica napus through interspecific crosses. *Plant Breeding*, 120: 463-472.
- Rahman MH (2004). Resynthesis of Brassica napus for selfincompatibility: Self-incompatibility reaction, inheritance and breeding potential. *Plant Breeding* 124: 13-19.
- Rahman H (2013). Review: Breeding spring canola (*Brassica napus* L.) germplasm by the use of exotic germplasm. *Can J Plant Sci* 93: 363-376.
- Renard M, Delourme R, Vallee P, Pierre J (1997). Hybrid rapeseed breeding and production. *Acta Horticulturae* 459: 583–591.
- Riaz A, Li G, Quresh Z, Swati MS, Quiros CF (2001). Genetic diversity of oilseed *Brassica napus* inbred lines based on sequence-related amplified polymorphism and its relation to hybrid performance. *Plant Breeding* 120: 411-415.
- Schuster W, Michael J (1976). Investigations into breeding depressions and heterosis effects in rape (*Brassica napus oleifera*). *Zeitschrift Pflanzenzüchtung* 80: 277-298.
- Sernyk JL, Stefansson BR (1983). Heterosis in summer rape (*Brassica napus* L.). *Canadian Journal of Plant Science* 63: 407-413.
- Seyis F, Friedt W, Lühs W (2001). 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.
- Seyis F, Snowdon RJ, Lühs W, Friedt W (2003). Molecular characterization of novel resynthesized rapeseed (*Brassica napus*) lines and analysis of their genetic diversity in comparison with spring rapeseed cultivars. *Plant Breeding*, 122. 473-478.
- Seyis F, Friedt W, Voss A, Lühs W (2004). Identification of individual *Brassica oleracea* plants with low erucic acid content. *Asian J Plant Sci* 3(5): 593-596.
- Seyis F, Friedt W, Lühs W (2005). 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.
- Seyis F, Friedt W, Lühs W (2006). Yield of *Brassica napus* L. hybrids developed using resynthesized rapeseed material sown at different locations. *Field Crop Res* 96: 176-180.



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

Seyis F, Lühs W, Friedt W (2010). Yield of *Brassica napus* L. Hybrids developed using Resynthesised rapeseed material. Anadolu Journal of Agricultural Sciences 25(3): 159-167.

Seyis F, Kurt O, Uysal H (2010b). Development of resynthesised rapeseed forms with low erucic acid character and their use in hybrid breeding. TÜBİTAK TOVAG 104563 Career Project, pp 58.

Seyis F (2013). Towards a Canola Quality Resynthesized Rapeseed (*B. napus* L): *B. oleracea* Genotypes as A Basic Resource. European Journal of Plant Science and Biotechnology 7 (1): 33-37.

Shen JX, Fu TD, Yanf GS, Tu JX, Mia CZ (2006). Prediction of heterosis using QTLs for yield traits in rapeseed (*Brassica napus* L.). Euphytica 151: 165-171.

Song K, Lu P, Tang K, Osborn TC (1995). Rapid genome change in synthetic polyploids of *Brassica* and its implications for polyploid evolution. Proceedings National Academical Science USA 92: 7719-7723.

Song KM, Osborn TC (1992). Polyphyletic origins of *Brassica napus*: new evidence based on organelle and nuclear RFLP analyses. Genome 35: 992-1001.

Stefansson BR, Hougen FW, Downey RK (1961). Note on the isolation of rape plants with seed oil free from erucic acid. Can J Plant Sci 41: 218-219.

Stefansson BR, Downey RK (1995). The history of field crop breeding in Canada. In A. E. Slinkard and D. R. Knott, eds. Harvest of gold: The history of field crop breeding in Canada. 140-152, University Extension Press, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK.

Takeshita M, Kato M, Tokumasu S (1980). Application of ovule culture to the production of intergeneric or interspecific hybrids in *Brassica* and *Raphanus*. Jpn J Genet 55: 373-387.

Takuno S, Kawahara T, Ohnishi O (2007). Phylogenetic relationships among cultivated types of *Brassica rapa* L. em. Metzg. as revealed by AFLP analysis. Genet Resour Crop Evol 54: 279-285.

Thormann CE, Ferreira ME, Camargo LEA, Tivang JG, Osborn TC (1994). Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic

relationships within and among cruciferous species. Theor Appl Genet 88: 973-980.

U N (1935). Genomic analysis of *Brassica* with special reference to the experimental formation of *B. napus* and peculiar mode of fertilization. Japanese Journal of Botany 7: 389-452.

Udall J A, Quijada PA, Polewicz H, Vogelzang R, Osborn TC (2004). Phenotypic effects of introgressing Chinese winter and resynthesized *Brassica napus* L. germplasm into hybrid spring canola. Crop Science 44: 1990-1996.

Voss A, Friedt W, Marjanovic-Jeromela A, Lühs W (1998). Molecular genotyping of rapeseed including resynthesized *Brassica napus* lines. Cruciferae Newsletter 20: 27-28.

Warwick SI, James T, Falk KC (2008). AFLP-based molecular characterization of *Brassica rapa* and diversity in Canadian spring turnip rape cultivars. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization 6: 11-21.

Wricke G, Weber WE (1986). Quantitative Genetics and Selection in Plant Breeding. Walter de Gruyter, New York.