

## Bitkisel Yağ Kalitesine Sahip Türler Arası Melez Kolza (*Brassica napus* L.) Formlarının Geliştirilmesinde Embriyo Kültürünün Kullanılması

Fatih Seyis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Pazar, Rize

\*Sorumlu Yazar:

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

Geliş Tarihi: 04 Aralık 2015

Kabul Tarihi: 21 Ocak 2016

### Özet

*Brassica napus* gen havuzunda genetik varyasyonu artırmak amacıyla seçilen *Brassica rapa* L. ve *Brassica oleracea* L. bireyleri arasında yeni kolza formları elde etmek amacıyla önce melezleme ve doku kültürü çalışmaları yapılmış ve farklı çalışmalar yayınlanmıştır. Yeni oluşturulan kolza formlarının mevcut ıslah edilen ve kültüre alınan kolza formlarından farklı olduğu tespit edilmiştir, böylece bunlar kolza ıslah programlarında yeni gen kaynağı olarak sitoplazmatik ve genetik erkek kısırılık, hastalıklara böceklerle ve nematodlara dayanıklılık ve soğuk, sıcak ve tuz koşullarına dayanıklılık bakımından kullanılabilirler. *Brassica* türlerinde embriyo kültürü 1930' larda kullanılmaya başlanmış ve günümüzde hala *Brassica* ıslah programlarında etkili bir vasıta olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada embriyo kültürünün *Brassica napus* ıslah programlarında kullanılması detaylı olarak tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** *Brassica*, embriyo kültürü, türler arası melez, biyoteknoloji

### Use of embryo culture in the development of resynthesized rapeseed (*Brassica napus* L.) forms displaying edible oil quality

#### Abstract

To broaden the diversity within *Brassica napus* gene pool, studies on resynthesis of rapeseed through crossing of selected subspecies of *Brassica rapa* L. and *Brassica oleracea* L. and obtaining plants through *in vitro* culture of isolated embryos in the early stage of their development have been published based on several investigations. It has been proved, that resynthesized plants are distinct from cultivars of winter oilseed rape which are bred and cultivated nowadays, so they would serve as sources of new genetic variability in rapeseed breeding programmes, including cytoplasmic and nuclear male sterility, resistance to diseases, insect or nematode pests and tolerance to cold, salt and drought conditions. The use embryo culture technique in *Brassica* species were undeveloped in 1930' s, but up to now it serves as a effective agent in the development of new germplasm for further *Brassica* breeding. The use of embryo culture in *Brassica napus* breeding programmes will be discussed in detail.

**Keywords:** *Brassica*, embryo culture, interspecific hybrid, biotechnology

## GİRİŞ

Yağlar, karbonhidratlar ve proteinler gibi insan vücudu için yaşamsal değeri olan ve insanların beslenmesinde önemli yer tutan temel ihtiyaç maddelerinden biridir. Özellikle doymuş yağ oranlarının düşük olması, hücre yapısı için gerekli olan serbest yağ asitlerini içermesi ve insan vücudunda A,D,E,K gibi yağda eriyen vitaminleri çözmesi gibi özellikleri ile bitkisel yağlar, insan sağlığına katkıları ve yüksek besin değerine sahip olmaları bakımından ayrı bir yere sahip olduğu bilinen bir gerçektir.

*Brassica* cinsi içerisinde özellikle kolza (*Brassica napus* L.) bitkisi tane ve yağ veriminin yüksek olması ve diğer yağ bitkilerine göre kışlık olarak ekilebilmesi nedeniyle dünyada ön plana çıkmış bir türdür. Bu tür aynı zamanda *B. rapa* türü ile birlikte özellikle kanola kalitesinin geliştirildiği türler olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla beraber bu kalite kriteri kolza bitkisinin içerisinde bulunmuş olup, tür içi melezlemeler ile beraber verimi yüksek, geleneksel kaliteye sahip çeşitlere aktarılmıştır.

Bitkisel yağ kalitesine sahip lahanalar (*B. oleracea*) genotiplerinin tespit edilmesi ile beraber [1,2] türler arası melezleme yolu ile bitkisel yağ kalitesine sahip kolza (*B. napus* L.) formlarının geliştirilmesinin önü açılmıştır.

Kolza (*B. napus* L.) amfidiploid bir türdür. Postzigotik bariyerler nedeniyle iki türün melezlenmesinden elde edilen embriyo normal şartlar altında yaşama yeteneği sahip değildir. Bu nedenle bu gibi durumlarda bu makalede

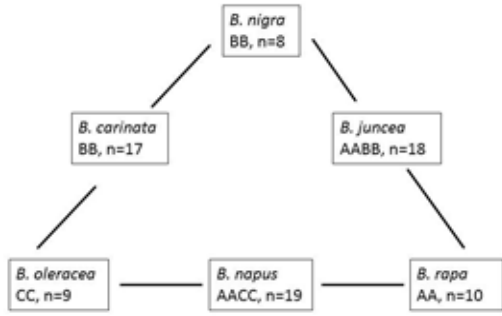
anlatılan embriyo kurtarma teknikleri kullanılmaktadır.

*Brassica* türleri arasındaki sitogenetik ilişkiler ve amfidiploid türlerin diploid türlerin melezlenmesinden elde edildiği [3] tarafından 1930' lu yıllarda ortaya konmuştur. Embriyo kurtarma teknikleri ıslah amacına yönelik olarak günümüzde de başarılı olarak kullanılabilir. Embriyo kültürü bitkileri içerisinde kalite ıslahı çalışmalarının bu kadar yoğun yapıldığı başka bir bitki yok gibidir.

Bu makalede bitkisel yağ kalitesine sahip türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının geliştirilmesinde embriyo kültür tekniklerinin kullanılması detaylı olarak anlatılmaya çalışılacaktır.

#### Brassica Türleri Arasındaki Sitogenetik İlişkiler

A, B ve C genomlarına sahip diploid *Brassica rapa* (AA, 2n = 20), *B. nigra* (BB, 2n = 16) ve *B. oleracea* (CC, 2n = 18) ve doğal amfidiploid formlar olan *B. carinata* (AABB, 2n = 34), *B. napus* (AACC, 2n = 38) ve *B. juncea* (BBCC, 2n = 36) türleri arasındaki sitogenetik ilişkiler Asyalı Sitogenetikçiler Morinaga ve U tarafından 20. yüzyılın başlarında ortaya konmuştur [3,4,5]. Amfidiploid *Brassica* türlerini embriyo kültürü yöntemleri kullanılarak yeniden sentezi mümkündür. Bu üç diploid türün ve poliploidleri arasındaki ilişkiler (Şekil 1) kültür bitkilerinde poliploidi araştırmalarında kullanılabilir en yararlı sitemlerden bir tanesidir [6,7].



Şekil 1: Brassica türleri arasındaki akrabalık ilişkileri [3]

Kolhisin uygulaması ile haploid kromozom takımları katlanarak suni olarak autotetraploid Brassica formları oluşturulabilmektedir. Bu formlar autoploidi, alloploidi ve amfiploidinin gen düzenlenmesi ve ekspresyonu konularını araştırmak için kullanılabilir [8].

### Türler arası veya cinsler arası melezleme ve kullanılan yöntemler

İslah açısından önemli bir karakter bakımından tür içerisinde mevcut veya yeterli varyasyon yok ise ıslahçı tür ve hatta cins sınırlarını geçerek türler arası veya cinsler arası melezlemeler yoluyla istenen özelliği mevcut ıslah materyaline aktarabilir.

Oluşum şekli itibarıyla kolzada bu bitkiyi iki ebeveyninin melezlemesinden deneysel olarak oluşturmak mümkündür [9,10,11]. Brassica türleri arasında yapılan melezlemeler geleneksel yolla sadece tesadüfen ve sadece bir yönde başarılı olurlar [12,13,14].

Uyumsuzluk bariyerleri prezigotik olarak polen çimlenmesinin azalması, polen çim kını uzunluğunun sınırlı kalması, kaloz oluşumu ve döllemeden sonra besi doku ile gelişmekte olan embriyo arasındaki uyumsuzluk [15-21]. Melezleme yapıldıktan sonra başarılı bir döllemeden sonra embryonal gelişme engellenir. Embryonun ilk gelişme dönemleri normal seyrederken embriyonun diğer gelişme dönemleri belirli durumlarda endosperm gelişimi ve fonksiyonundaki aksaklıklar yüzünden engellenir. Böylece embriyonun besin kaynağı engellenir ve embriyo ölür (postzigotik uyumsuzluk).

Böyle seksüel dölleme bariyerlerin aşmak için değişik Embryo rescue Yöntemleri kullanılmaktadır [22]: embriyo kültürü [23], *in ovulum* kültürü [24], ovaryum kültürü [25], *in vitro* [26] ve dölleme olmadan yapılan protoplast füzyonu veya somatik hibridizasyon [27].

Embryo rescue yöntemiyle farklı tarımsal öneme sahip bitki türlerinde türler arası veya cinsler arası hibritler oluşturulmuş ve ıslah açısından önemli özellikler kültür türüne aktarılmıştır. Örneğin kültür ayçiçeği (*Helianthus annuus*) ve cins içindeki diğer türler arasında yapılan melezlemeler ve Embryo rescue ile bu yabancı formlardan kültür ayçiçeğine dayanıklılık genleri aktarmak mümkün olmuştur [28]. En fazla tanınan cinslerarası melez Tritikale (*Triticosecale* Wittmack) sadece Embryo rescue yardımıyla oluşturulabilir ve buğday (*Triticum* sp., AABB veya AABBDD) ve çavdar (*Secale cereale*, RR)' dan oluşmaktadır [29].

Türler arası melezleme yoluyla yeni kolza formlarının oluşturulması (*B. oleracea* x *B. rapa*) haricinde Brassica türleri yakın veya uzak akraba türler ile mezlenebilirliğin araştırdığı denemeler yürütülmüştür (Bknz. Şekil 1). Brassicaceae türleri arasındaki melezleme bariyerleri aslında

pek belirgin değildir, fakat uyumsuzluk bariyerleri yine de sorunsuz bir tohum gelişimini engellemektedirler [14]. Öyle ki, polen çim kını uzunluğunun engellenmesi ve stigma dokusunda kaloz oluşumu neticesinde dölleme engellenmektedir (prezigotik uyumsuzluk).

Postzigotik uyumsuzluk durumunda besi doku ile büyümekte olan embriyo arasındaki doku uyumsuzluğundan dolayı Brassicaceae' larda Embryo rescue yardımıyla elde edilecek cins ve türlerarası melezin sayısı tohum gelişimini *in vitro* ortamda tamamlayarak artırılabilir. Melezleme ile yeni kolza formları günümüze dek çok kez oluşturulmuştur. Burada ya bütün meyve taslağı (Ovaryum Kültürü), ya olgunlaşmamış tohum taslakları (*in ovulum* kültürü) yada izole edilen embriyolar (embriyo kültürü) 'in uygun steril besi ortamlarında kültüre alınarak bitkicikler geliştirilir.

Çeşitli embriyo rescue yöntemleri ilgili explantın kültüre alınma tarihi bakımından farklılık arz etmektedirler. Ovaryum kültüründe döllemeden hemen sonraki 4-7 günde kültüre explantlar kültüre alınırken, *in ovulum* ve embriyo kültüründe melezleme kombinasyonuna bağlı olarak explantlar döllemeden 10-30 gün sonra kültüre alınmaktadır [13, 24 vd.]. Çok sayıda başarılı olarak yürütülen türler ve cinsler arası melezleme çalışmaları bu yöntemin faydalı olarak kullanımını belgelemektedir [22, 27, 30].

Somatik hücrelerin füzyonu ve *in vitro* olarak tam bitkilerin geliştirilmesi yöntemiyle tozlama yoluyla elde edilmesi mümkün olmayan melez bitkiler oluşturmak mümkündür. *B. rapa* ve *B. oleracea* 'in somatik melezlenmesi (protoplast füzyonu) sonucu Resyn kolzanın oluşturulması kolzaya aktarılacak özelliğin çekirdek tarafından determine edilmediği durumlarda kullanışlıdır, mesela mitokondriler tarafından kontrol edilen CMS veya kloroplastlar tarafından yönetilen herbisit dayanıklılığı [31,32].

Türler arası veya cinsler arası hibrid embriyoların kültüre alınması bitki ıslahçısına bugün dayanıklılık ve kalite özellikleri gibi faydalı özellikleri akraba türlerden kültür formun aktarılması imkanını vermekte ve bu sayede faydalanılabilir genetik varyasyon da artırılmaktadır.

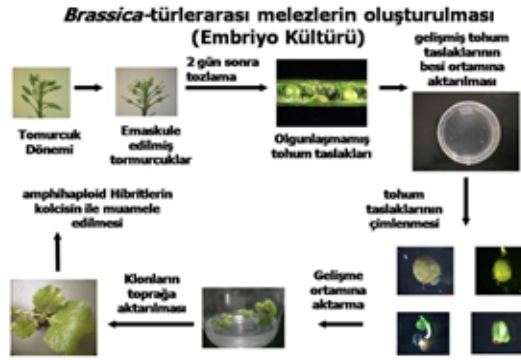
### Embriyo kurtarma teknikleri

Bu kısımda embriyo kurtarma teknikleri daha detaylı olarak anlatılmaya çalışılacaktır.

İslah bakımından önemli bir özellik bakımından tür içerisinde varyasyon yok ise ıslahçısı tür ve cinsler arası melezlemeler yapabilir. Burada gerekli şart döllemeden ilk aşamada prezigotik uyumsuzluk mekanizmaları tarafından engellenmemesidir. Bunun gibi melezlemelerde genelde başarılı bir döllemeden sonra embriyonun gelişimi bloke edilmektedir. Embriyo gelişimi ilk devrelerinde normal iken, embriyonun kalan gelişimi endosperm gelişimi ve fonksiyonundaki bozukluklar nedeniyle engellenmektedir. Gelişmekte olan embriyonun kelimenin tam anlamıyla besini elinden almakta ve ölmektedir. Bu noktada Embryo rescue yöntemleri devreye girmektedir: a. *in ovulum* kültürü: burada gelişmekte olan tohum taslakları doku kültürü ortamına aktarılmaktadır; b. Ovaryum kültürü: Bu yöntemde gelişmekte olan bütün ovaryum kültüre alınmaktadır; c. Embriyo Kültürü: Gelişmekte olan sağlam embriyo tohum taslakları içersinden alınarak uygun besi ortamına aktarılır.

Her üç yöntemde de besi portamı endospermin fonksiyonunu üstlenmekte ve hibrit embriyonun gelişimi sağlanmaktadır. Embryo rescue yöntemiyle şimdiye kadar farklı tarımsal olarak önemli kültür bitkilerinde türlerarası ve cinslerarası melezler oluşturulmuş ve ıslah bakımından uygun özellikler kültür formlarına aktarılmıştır. Her bir yön-

tem kolza (*B. napus* L.) de uygulanabilmekle beraber burada sadece *in ovulum* kültürü anlatılacaktır.



Şekil 1: *Brassica napus* L. ' de *in ovulum* kültürü [33]

Bu yöntemde emasküle edilen tomurcuklar 2 gün bekleddikten sonra tozlanır, döllenme gerçekleştiğinden yaklaşık 5-12 gün sonra henüz olgunlaşmamış tohum taslakları besi ortamına aktarılır. Steril besi ortamında çimlenme gerçekleştiğinden sonra amfihaploid bitkicikler meydana gelmekte, bu bitkicikler önce gelişme ortamına ve daha sonra dışa ortama aktarılmaktadır. Kromozom katlamasından meydana gelen amfihaploid bitkiler ıslah materyali olarak kullanıma hazırdırlar.

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

Düşük erusik asit içeriğine sahip mutant bitkiler önce *B. rapa* (AA), [34], *B. napus* L. (AACC) [35] ve *B. juncea* (AABB) da [36] 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 [37], mutasyon oluşturma ve *B. napus* ve *B. juncea* ile türler arası melezlemelerin yapılması gibi farklı stratejiler ile [38,39] erusik asit içeriğinin düşürmek için kullanılmıştır. Adı geçen ilk ve son yöntem ile düşük erusik asit içeriğine sahip formlar başarılı olarak seçilmiştir [37,38]. Diğer bir tür olan *B. nigra* ' da ise bugüne kadar bu özellikteki genotiplere rastlanmamıştır.

*B. oleracea* ' da düşük erusik asit içeriğine sahip genotipler farklı çalışmalar ile tanımlanmıştır [40,41]. Bu özellikteki bitkilerin tespit edilmesi türler arası melezleme yoluyla bitkisel yağ kalitesine sahip kolza (*B. napus* L.) formlarının oluşturulmasının önünü açmıştır.

#### 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.) formları farklı çalışmalar ile geliştirilmiştir [41, 42, 43] Bu çalışmalar neticesinde ilk kez lahana (*B. oleracea*) gen havuzundan düşük erusik asit içeriği özelliği kolza (*B. napus* L.) gen havuzuna aktarılması ile birlikte bitkinin gen havuzuna önemli bir özellik kazandırılmış ve bu özellik yönünden kolza bitkisinin gen havuzunu zenginleştirilmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Günümüze kadar geliştirilen türler arası melez kolza (*B. napus* L.) formlarının doğrudan kalite ıslahında kullanılmamasının nedeni lahana (*B. oleracea*) ebeveyninin tohumlarında yüksek oranda erusik asit ve glikosinolat içermeleridir. O tipi lahana genotiplerinin tespit edilmesiyle en azından erusik asit yönünden türler arası melez formlar kalite ıslahında kullanılabilir.

Bitkisel yağ kalitesine sahip türler arası melez kolza formlarının geliştirilmesinde kullanılan lahana (*B. oleracea*) genotiplerinin glikosinolat oranı yüksektir. Bu oranın düşürülebilmesi için farklı yöntemler izlenebilir [44].

00 tipi lahana (*B. oleracea* L.) genotipleri tespit edilir ya da geliştirilirse bu iki önemli özelliğin tek bir formda birleştirilebilmesinin yolu yine embriyo kültür tekniği kullanılarak olacaktır. Bu yöntemin *Brassica* ıslahındaki katkısı günümüzde olduğu gibi yakın gelecekte de devam edecektir.

## KAYNAKLAR

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] U N: 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, 1935.
- [4] Morinaga T: Interspecific hybridisation in *Brassica*: 5. The cytology of F1 hybrid of *B. carinata* and *B. alboglabra*. *Japanese Journal of Botany*, 6: 467-475, 1933.
- [5] 7. Morinaga T: Interspecific hybridisation in *Brassica*: 6. The cytology of *B. juncea* and *B. nigra*. *Cytologia*, 6: 62-67, 1934.
- [6] Song K, Lu P, Tang K, Osborn TC: Rapid genome change in synthetic polyploids of *Brassica* and its implications for polyploid evolution. *Proceedings National Academy Science USA*, 92: 7719-7723, 1995.
- [7] Lukens LN, Pires JC, Leon E, Vogelzang R, Oslach L, Osborn T: Patterns of sequence loss and cytosine methylation within a population of newly resynthesized *Brassica napus* allopolyploids. *Plant Physiology*, 140: 336-348, 2006.
- [8] Snowdon RJ: Genome analysis and molecular breeding of *Brassica* oilseed crops. *Habilitationsschrift. Institut für Pflanzenzüchtung. Justus-Liebig-Universität Giessen*, 2009.
- [9] Prakash S, Chopra VL: Genome manipulation. In: LABANA KS, BANGA SS & BANGA SK (Eds.), *Breeding Oilseed Brassicas. Monographs on Theoretical and Applied Genetics*, Vol. 19, pp. 108-133. Springer-Verl. Heidelberg, New York, 1993.
- [10] Song K, Osborn TC, Williams PH: *Brassica* taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs) – 3. Genome relationships in *Brassica* and related genera and the origin of *B. oleracea* and *B. rapa* (syn. *campestris*). *Theor. Appl. Genet.* 79: 497-506, 1990.
- [11] Song K, Lu P, Tang K, Osborn: Development of synthetic *Brassica* amphidiploids by reciprocal hybridization and comparison to natural amphidiploids. *Theor Appl Genet* 86: 811-821, 1993.

- [12] Akbar MA: Resynthesis of *Brassica napus* aiming for improved earliness and carried out by different approaches. *Hereditas* 111: 239-246, 1989.
- [13] Namai H: Inducing cytogenetical alterations by means of interspecific and intergeneric hybridization in Brassica crops. *Gamma Field Symp*, 26:41-89, 1987.
- [14] Nishiyama I, Sarashima M, Matsuzawa Y: Critical discussion on abortive interspecific crosses in Brassica. *Plant Breeding*, 107, 288-302, 1991.
- [15] Hakansson A: Seed development of *Brassica oleracea* and *B. rapa* after certain reciprocal pollinations. *Hereditas*, 42, 373-396, 1956.
- [16] Röbbelen G: Beiträge zur Analyse des Brassicagenoms. *Chromosoma*, 11: 205-228, 1960.
- [17] Neumann M: Zur postgamen Inkompatibilität bei Brassica. *Archiv. für Züchtungsforschung* 3: 133-140, 1973.
- [18] Shivanna KR: Pollen-pistil interaction and control of fertilization. In: *Experimental Embryology of Vascular Plants* (Ed. by B. M. Johri), pp. 131-174. Springer-Verlag, Heidelberg, 1982.
- [19] Matsuzawa Y: Studies on the interspecific and intergeneric crossability in Brassica and Raphanus. *Special Bull. Coll. Agric., Utsunomiya Univ.* 39: 1-86, 1983.
- [20] Meng J, Lu M: Genotype effects of *Brassica napus* on its behavior after pollination with *B. juncea*. *Theoretical and Applied Genetics* 87: 238-242, 1993.
- [21] Hiscock SJ, Dickinson HG: Unilateral incompatibility within the Brassicaceae: further evidence for the involvement of the self-incompatibility (S)-locus. *Theoretical and Applied Genetics* 86, 744-753, 1993.
- [22] Inomata N: Embryo rescue techniques for wide hybridization. In: Labana KS, Banga SS, Banga SK (Eds): *Breeding oilseed Brassicas*. *Monogr Theor Appl Genet*, 19: 94-105, 1993.
- [23] Matsuzawa Y., Kaneko Y. and Bang S.W. (1996) Prospects of the wide cross for genetics and plant breeding in Brassicaceae. *Bull. Coll. Agric., Utsunomiya Univ.* 16: 5-10, 1996.
- [24] Takeshita M, Kato M, Tokumasu S: Application of ovule culture to the production of intergeneric or interspecific hybrids in Brassica and Raphanus. *Jpn J Genet*: 55: 373-387, 1980.
- [25] Bajaj, Y.P.S. 1990. Wide hybridization in legumes and oilseed crops through embryo, ovule and ovary culture. In: *Biotechnology in agriculture and forestry 10. Legumes and oilseed crops I*. Edited by Y.P.S. Bajaj. Springer-Verlag, Berlin. pp: 3-37, 1980.
- [26] Zenkteler M: In-vitro fertilization of ovules of some species of Brassicaceae. *Plant Breed.* 105: 221-228, 1990.
- [27] Jourdan PS, Earle ED: Genotypic variability in the frequency of plant regeneration from leaf protoplasts of four Brassica species and of Raphanus sativus. *J Am Soc Hort Sci*, 1989.
- [28] Kräuter R, Steinmetz A, Friedt W: Efficient interspecific hybridization in the genus Helianthus via 'embryo rescue' and characterization of the hybrids. *Theor Appl Genet* 82: 521-525, 1991.
- [29] Baum BR: The taxonomic and cytogenetic implications of the problem of naming amphiploids of triticum and secale. *Euphytica*, 20: 302-306, 1991.
- [30] Diederichsen E: Kombination verschiedener Resistenzen gegenüber Plasmodiophora brassicae Wor. in resynthesierten Formen von Brassica-Arten. *Diss Freie Universität Berlin*: 172 S, 1992.
- [31] Jourdan PS, Earle ED, Mutschler MA: Synthesis of malesterile, atrazine-resistant *Brassica napus* by somatic hybridisation between cytoplasmic male sterile *B. oleracea* and atrazine resistant *B. campestris*. *Theor. Appl. Genet.* 78, 445-455, 1989.
- [32] Olin-Fatih M, (1996). The morphology, cytology, and Cbanded karyotypes of Brassica campestris, *B. oleracea* and *B. napus* plants regenerated from protoplasts. *Theor. Appl. Genet.* 93: 414-420.
- [33] 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.
- [34] Downey RK: A selection of Brassica campestris L. containing no erucic acid in its seed oil. *Can J Plant Sci*, 44: 295-297, 1964.
- [35] 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.
- [36] Kirk JTO, Oram RN: Mustards as possible oil and protein crops for Australia. *Journal of Australian Agricultural Science*, 44: 143-156, 1978.
- [37] 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.
- [38] 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.
- [39] 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.
- [40] 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.
- [41] Seyis F, Friedt W, Voss A, Lühs W: Identification of individual *Brassica oleracea* plants with low erucic acid content. *Asian Journal of Plant Sciences*, 3 (5): 593-596, 2004.
- [42] 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.
- [43] Seyis, F, Kurt O, Uysal H: Türler arası melezleme yoluyla bitkisel yağ kalitesine sahip kolza (*B. napus* L.) formların oluşturulması ve hibrit geliştirmede kullanılmaları. *TUBİTAK TOVAG 104563 Kariyer Projesi*, 58S, 2010.
- [44] 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.