

## Biyoteknolojik Yöntemler Kullanılarak Kolza (*Brassica napus* L.) Bitkisinde Genetik Varyasyonun Artırılması

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: 01 Aralık 2013  
Kabul Tarihi: 25 Aralık 2013

### Özet

*B. oleracea* diğer Brassica türleri gibi çok iyi bilinen bir Brassica türüdür. *B. rapa*, *B. nigra*, *B. juncea*, *B. carinata* ve *B. napus* gibi diğer Brassica türleri ile beraber U akrabalık üçgenini oluşturmaktadır. Brassica cinsinden geliştiren genotipler dünya çapında ıslah ve yetiştirme tekniğindeki gelişmeler nedeniyle en önemli bitkisel yağ kaynakları haline gelmiştir. 1970' li yıllardan beri yürütülen kalite ıslahı çalışmalarından dolayı ise kolza (*Brassica napus* L.) bitkisinde genetik varyasyon daralmıştır. Bitki ıslahında, istenen varyasyon tür içerisinde bulunmaz ise yakın akraba form ve türlerinden faydalanılmaktadır. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda, türler arası melezleme yoluyla geliştirilen kolza (*B. napus* L.) formları morfolojik ve moleküler yöntemler kullanılarak karakterize edilmiş ve bu formların yeni bir gen havuzunu meydana getirdiği ortaya konmuştur. Özellikle, düşük erusik asit özelliği yönünde yapılan çalışmalar sonucunda *B. rapa* (AA), *B. napus* (AACC) ve *Brassica juncea* (AABB) türlerinde düşük erusik asit içeriğine sahip mutantlar tespit edilmiştir. *B. oleracea* türünde ise düşük erusik asit içeriğine sahip formlar 1990' lı yılların sonunda keşif edilmiştir. Başka çalışmalarda olduğu gibi, bu genotiplerin kullanılmasıyla, türler arası melez kolza (*B. napus* L.) hibritleri geliştirilmiştir. Bu çalışmada biyoteknolojik yöntemler kullanılarak kolza (*B. napus* L.) bitkisinde genetik varyasyonun artırılması konusu tartışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** kolza, biyoteknoloji, genetik varyasyon, ıslah

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

### Abstract

*B. oleracea* L. is like other Brassica species a well known species. It forms wit the other species *B. rapa*, *B. nigra*, *B. juncea*, *B. carinata* and *B. napus* the Triangle of U. Genotypes developed from the genus Brassica evolved worldwide to the most important oil crops due the developments in breeding and agronomical practice. Because of intensive breeding work beginning from the 1970' s genetic variation in rapeseed (*B. napus* L.) this crop plant gets limited. In plant breeding if the targeted variation is not present species inside related forms and species come into use. Up to know, developed interspecific rapeseed (*Brassica napus* L.) forms were characterized using morphological and molecular methods and it was determined that these forms are representing a new gene pool. Specially, with studies dealing with low erucic acid content low erucic acid mutants could be obtained in the species *B. rapa* (AA), *B. napus* (AACC) ve *Brassica juncea* (AABB). LOW erucic acid mutants were found in *B. oleracea* at the beginning of 1970's. As in similar studies, interspecific rapeseed (*B. napus* L.) hybrids were developed. developed using these material. In this study the issue increasing genetic variation in rapeseed (*B. napus* L.) using biotechnological methods was discussed.

**Keywords:** Rapeseed, biotechnology, genetic variation, breeding

### GİRİŞ

Bitki ıslahı için vazgeçilmez unsur genetik varyasyondur. Bitki ıslahçısı öncelikle ulaşmak istediği varyasyonu tür içerisinde arar, bulamaz ise yakın tür, akraba ve cinslerde bu özelliklere ulaşmaya çalışır. Tür içi ve yakın akrabalar arasındaki melezlemeler sonucu rahatlıkla tohum elde edilmekle beraber, özellikle tür ve cinsler arası melezlemelerde tohum elde etmek güçtür. Kolza (*B. napus* L.) bitkisi bilindiği

üzere türler arası bir melez bitkidir ve sentetik olarak bu bitkiyi meydana getirmek mümkündür. Klasik yöntemler ile meydana getirilemeyen varyasyon diğer birçok bitkide olduğu gibi bu kültür bitkisinde de biyoteknolojik yöntemler kullanılarak oluşturulabilmektedir. Kolza (*Brassica napus* L.) bitkisi tarımsal olarak kullanılan bitkiler arasında biyoteknolojik ve gen teknolojisi metotlarına uygun nadir bitkilerden bir tanesidir [11, 27, 28, 17, 21].

### Kolza (*B. napus* L.) de Islah Amaçları ve Bu Amaçlara Ulaşmada Kullanılan Genel Yöntemler

Tablo 1’ de görülebileceği gibi tane verimi, verim garantisi ve tane kalitesi gibi ıslah amaçlarına ulaşmada sadece klasik yöntemler kullanılmamakta, biyoteknolojik yöntemler de başarılı olarak kullanılabilir.

**Tablo 1.** Kolza (*B. napus* L.) Islahında Kullanılan Yöntemler

Islah Amacı	Özellik/Yöntem	Metod
Tane Verimi	Türler arası melezleme yoluyla genetik tabanın genişletilmesi	IV, TD
	Double haploidlerin kullanılması	IV, TD
	Kantitatif özelliklere etki eden genlerin tespit edilmesi	MM, FV
	Hibrit ıslahı için gen havuzlarının oluşturulması	
Verim Garantisi	Kısa dayanıklılık, yatmaya dayanıklılık vs.	TD, MM, MG, IV, GT
	Hastalıklara ve virüslere dayanıklılık	GT
	Zararlılara dayanıklılık	TD, IV, GT
	Herbisitlere dayanıklılık	IV, MG, GT
	Besin maddelerini değerlendirme üstünlüğü	TD, IV, GT
Tane Kalitesi	Değerli bileşenlerin oranı	KA, TD, MM, GT
	Ham Selüloz Oranının Azaltılması	KA, TD, MM, GT

IV=*in vitro* teknikleri (hücre ve doku kültürleri, Embryo rescue, *in vitro* seleksiyonu), MG=mutajenez, TD=Fenotipin tarla denemelerinde belirlenmesi, MM=genotipin moleküler markerler ile tespit edilmesi, GT=gen transferi, KA=fenotipin kalite analizleri ile tanımlanması (Kaynak: Friedt ve Lühs 2000)

### Kolza (*B. napus* L.) Islahında Kullanılan Biyoteknolojik Yöntemler

Bu bitkinin ıslahında kullanılan biyoteknolojik yöntemleri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür: a. **Mikrospor teknolojisi** b. **Cins- ve türler arası melezlemeler** c. **Aseksüel melezlemeler (Protoplast füzyonu)** ve d. **Gen Teknolojisi**

#### Mikrospor Teknolojisi

Olgun olmayan polenlerden yüzde yüz homozigot, double haploid bitkilerin elde edilmesi konusunda günümüzde mikrospor kültürü büyük önem kazanmıştır.

Günümüzde neredeyse bütün kolza (*Brassica napus* L.) ıslahçıları kendi laboratuvarlarında klasik ıslah çalışmalarında uzun yıllar alan kendileme ve seleksiyon çalışmalarına alternatif olarak Double haploid (DH) hatlar geliştirmektedirler [20, 10]. DH hatları özellikle kalite ıslahı programlarında geliştirilecek hibritlerin ebeveynleri olarak ve genetik araştırmalarda temel materyal olarak önem kazanmaktadır [20, 10, 4, 32, 14, 5, 31].

### Cins ve Türler Arası Melezlemeler

*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. Bitkinin evriminde meydana gelen eksiklikler, sınırlı gen havuzu içerisinde yürütülen yoğun ıslah çalışmaları ve kültüre alınma tarihinin çok kısa olması gen havuzunun daralmasına sebebiyet vermiştir [8].

Yine de istenen özelliklerin aktarılması hususunda ebeveynlerin kullanılarak geliştirilecek melezler büyük önem arz etmektedir. Cins ve türler arası melezlemelerde tozlanma/döllenme aşamalarında bariyerler olmasına rağmen doku kültürü ortamında embriyo kurtarma (embryo rescue) yöntemleri ile bitkicikler elde edilebilmektedir [19, 28]. Özellikle kolza (*B. napus* L.) bitkisinde diploid ebeveynler istenen özellikler bakımından ön seleksiyona tabi tutulursa geliştirilecek türler arası melezlerde ıslah amacına daha kolay ulaşılabilmektedir [6, 14].

Tablo 2’ de kıyaslama olması bakımından hem iki ebeveyn, hem de diğer *Brassica* türlerinden aktarılan özellikler bazı yayınlar seçilerek belirtilmiştir. Tablo 2’ de belirtildiği gibi kolza (*B. napus* L.) ıslahında önemli olan sarı tohumluluk ve düşük erusik asit, ki burada erusik asit diploid ebeveyn *B. napus* ‘ a aktarılmıştır, gibi önemli özellikler bu bitkinin gen havuzuna kazandırılmıştır.

**Tablo 2.** 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> , <i>B. nigra</i>	(Sjodin ve Glimelius, 1989)
	<i>B. oleracea</i>	(Ripley ve Beversdorf, 2003)
Kendine Uyuşmazlık (Sallelere)	<i>B. oleracea</i>	(Rahman, 2005)
	<i>B. rapa</i> , <i>B. oleracea</i>	(Seyis ve ark., 2005; Seyis ve Friedt, 2010)
Düşük erusik asit özelliği	<i>B. rapa</i> , <i>B. oleracea</i>	(Seyis ve ark., 2005; Seyis ve Friedt, 2010)

Kaynak: Bennett’den [2] değiştirilmiştir

### Embriyo kurtarma teknikleri

Bitki ıslahı bakımından önemli bir özellik açısından tür içerisinde varyasyon yok ise bitki ıslahçısı tür ve cinsler arası melezlemeler yapabilir.

Burada gerekli şart döllenmenin ilk aşamada prezigotik uyumsuzluk mekanizmaları tarafından engellenmemesidir. Bunun gibi melezlemelerde genelde başarılı bir döllenme olayından 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 alınmakta 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 ortamı endospermin fonksiyonunu üstlenmekte ve hibrit embriyonun gelişimi sağlanmaktadır. Embryo rescue yöntemiyle şimdiye kadar farklı tarımsal olarak önemli kültür bitkilerinde türler arası ve cinsler arası melezler oluşturulmuş ve ıslah bakımından uygun özellikler kültür formlarına aktarılmıştır. Her bir yöntem kolza (*B. napus* L.) de uygulanabilmekle beraber burada sadece *in ovulum* kültürü anlatılacaktır.

Bu yöntemde emasküle edilen tormurcuklar 2 gün bekledikten sonra tozlanır, döllenme gerçekleşikten yaklaşık 5-12 gün sonra henüz olgunlaşmamış tohum taslakları besi ortamına aktarılır.



Şekil 1. *Brassica napus* L. ' de *in ovulum* kültürü (Seyis ve ark., 2005)

### Protoplast Füzyonu

Steril besi ortamında çimlenme gerçekleşikten sonra amfihaploid bitkicikler meydana gelmekte, bu bitkicikler önce gelişme ortamına ve daha sonra dışa ortama aktarılmaktadır. Kromozom katlamasından meydana gelen amfidiplod bitkiler ıslah materyali olarak kullanıma hazırdırlar.

Genelde uzak akraba olmalarından dolayı oluşturulamayan bitkiler somatik hücrelerin füzyonu ve akabinde *in vitro* da tam bitkiciklerin geliştirilmesi neticesinde elde edilebilmektedirler. Kolza (*B. napus* L.) bitkisinde protoplast füzyonu birçok çalışmada başarılı olarak kullanılmıştır [30, 27, 9]. Özellikle turp (*Raphanus sativus* L.) bitkisinden protoplast füzyonu ile kolza (*B. napus* L.) bitkisine aktarılan Ogu/INRA CMS-Sistemi [22] hala günümüzde ticari hibrit çeşitlerin geliştirilmesinde başarılı olarak kullanılmaktadır.

### Gen Teknolojisi

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 hammadde elde etmek amacıyla tohum yağındaki belirli ya da fonksiyonel yağ asitleri oranının en yükseğe çıkartılmasıdır [23, 13]. 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 [12, 1]. 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 genetik olarak değiştirilmiş yağ asidi kompozisyonuna sahip çeşitler piyasada bulunmaktadır.

Tablo 2 incelendiğinde kolza (*B. napus* L.) bitkisinde doğal olarak bulunan erusik asitçe yüksek genotipler yanında, farklı yöntemler ile doğal varyasyonun dışında kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerini yüksek oranda ihtiva eden

genotiplerin genetik mühendisliği kullanılarak geliştirilebileceğini söylemek mümkündür.

de Block ve ark. [3] ve Poulsen [21]'nin yayınlarında belirtildiği gibi kolza (*B. napus* L.) bitkisinde birçok transformasyon protokolü geliştirilmiş ve bu çalışmalar neticesinde bu bitkiye tamamıyla yeni sayılabilecek özellikler kazandırılmıştır.

**Tablo2.** Yağ kalitesine göre kolza (*B. napus* L.) bitkisinde yağ asidi kompozisyonu (%)

Yağ Kalitesi	İslah Yöntemi	Yağ asidi kompozisyonu									
		12:0	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:1	22:1	
Canola	Mutasyon, klasik islah	-	-	4	2	60	21	10	-	-	
0 tipi türler arası melez kolza	Embriyo kültürü	-	-	4	1	56	21	14	1	0,1	
Yüksek Erusik	Doğal varyasyon, genetik mühendisliği			3		15	13	9		58	
Yüksek laurik		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	30	5	5	2	-	
Yüksek Oleik	Genetik mühendisliği	-	-	4	1	34	5	3	1	-	
Düşük Linolenik	Mutasyon	-	-	4	2	61	28	3	1	-	
Düşük Linolenik	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: Friedt ve Snowdon, 2009)' dan geliştirilmiştir

*Agrobacterium tumefaciens* bakterisinin Ti plazmidi kullanılarak kolza (*B. napus* L.) bitkisinde etkili bir transformasyon aracı oluşturmak mümkündür ve bu sistem kullanılarak yağ asidi sentezinin değiştirilmesi, polen kısırılığının oluşturulması ve bütün dünyada ticari öneme sahip olan herbisitlere dayanıklılık gibi özellikler bu bitkiye aktarılabilmektedir [18, 15, 16].

### Yeni Özelliklerin Keşfi

*B. oleracea* 'da düşük erusik asit içeriğine sahip genotipler ilk kez Almanya'da (Lühs 2000) tarif edilmiştir. Bu genotiplerden ikisi Ladozshkaya ve Kashirka [25] vernalizasyon ihtiyacı, çiçek ve yaprak özellikleri, yağ asitleri ve glikosinolat içerikleri bakımından tanımlanmıştır. Eisenkopf genotipi de katılarak Kashirka ve Ladozshkaya dahil üç lahana genotipinin yağ asitleri kompozisyonlarını yayınlamıştır [26]. 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. Lahana (*B. oleracea* L.) bitkisinde bu özelliğin bulunması ve doku kültürü destekli türler arası melezleme yoluyla

kolza (*B. napus* L.) bitkisinin gen havuzuna tür içinden gelmeyen bir özellik kazandırılmıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

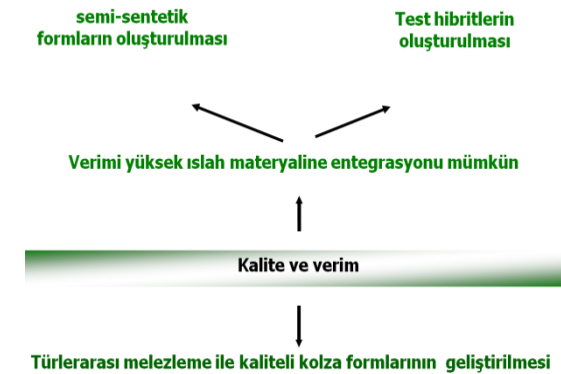
Türler arası melezleme yoluyla kolza (*B. napus* L.) bitkisinin doku kültürü destekli embriyo kurtarma yöntemleriyle sentetik olarak oluşturulabilmesinin keşfi (U 1935) kolza (*B. napus* L.) ıslahı için önemli olmuştur. Son 30 yıldır özellikle verim ve kalite ıslahında kullanılmak üzere türler arası melez kolza formlarının geliştirilmiş olduğu bu çalışmada daha önce de açıklanmıştır.

İki diploid ebeveyn olan *B. oleracea* ve *B. rapa* türlerindeki morfolojik ve genetik farklılık yeni geliştirilebilecek melezlerden nasıl bir varyasyon elde edilebileceğinin canlı kanıtıdır. Bununla beraber, ebeveynlerin istenen özellikler bakımından ön seleksiyonunun ileriki ıslah aşamaları için ne kadar önemli olduğunu belirtmekte fayda vardır.

Özellikle düşük erusik asit içeriğine sahip lahana (*B. oleracea* L.) formlarının tespit edilmesi *B. napus* L. Bitkisinin ıslahında yeni fırsatlar meydana getirmiştir.

Türler arası melez kolza (*B. napus* L.) kolza formlarında verimlerinin düşük olacağını tahmin etmek ebeveynlerinin genelde sebze formları olması nedeniyle güç değildir. Bu nedenle, tespit edilen düşük erusik asit içeriğine sahip bu lahana (*B. oleracea* L.) genotipleri ile türler arası melezleme yolu ile kaliteli kolza (*B. napus* L.) formları geliştirmek mümkün olmuştur [24, 26].

Ayrıca bu materyalin kalite ve verim yönünden mevcut ıslah materyaline entegre edilme imkanı mevcuttur. Bu da geliştirilen bu melez hatlar ile daha sonra semi-sentetik formlar ya da test hibritlerinin oluşturulması şeklinde gerçekleşecektir.



**Şekil 1.** Kolza (*B. napus* L.) da gelecekteki ıslah hedefleri

## KAYNAKLAR

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] de Block M, Brouwer DD ve Henning P (1989). Transformation of *Brassica napus* and *Brassica oleracea* using *Agrobacterium tumefaciens* and the expression of the bar and neo genes in transgenic plants. *Plant Physiology* 91: 694-701.
- [4] Ferreira ME, Williams PH ve Osborn TC (1994). RFLP mapping of *Brassica napus* using doubled haploid lines. *Theor Appl Genet* 89: 615-621.
- [5] Foisset N, Delourme R, Barret P, Hubert N, Landry BS ve Renard M (1996). Molecular-mapping analysis in *Brassica napus* using isozyme, RAPD and RFLP markers on a doubled-haploid progeny. *Theor Appl Gene.* 93: 1017-1025.
- [6] Friedt W ve Lühs W (1994). Resynthese von neuen Rapsformen. *Votr Pflanzenz* 30: 98-115.
- [7] Friedt W ve Lühs W (2000). Rapszüchtung für das 21. Jahrhundert: Herausforderungen, Ziele und Perspektiven. 5. Thüringer Rapstag, 15.06.2000, Stadtroda, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TTL), Jena.
- [8] Friedt W, Snowdon RJ (2009). Oilseed Rape. *Oil Crops. Handbook of Plant Breeding.* Springer.
- [9] Jourdan P (1994) Resynthesis of *Brassica napus* through protoplast fusion between *B. oleracea* and *B. rapa*. In: Y.P.S. BAJAJ (Ed.), *Somatic hybridization in Crop Improvement I. Biotechnology in Agriculture and Forestry*, Vol. 27, pp. 295-304. Springer-Verl., Heidelberg, New York.
- [10] Kontowski S, Lühs W ve Friedt W (1993). Entwicklung von erucasäurereichen Rapslinien mit Hilfe der Mikrosporenkultur-Technik. In: Ber. 44. Arbeitstagg., Arbeitsgemein. der Saatzuchtler, pp. 109-114. Vereinig. Österreich. Pflanzenzüchter, Gumpenstein.
- [11] Kott LS, Erickson LR ve Beversdorf WD (1990). The role of biotechnology in canola/rapeseed research. In: F. SHAHIDI (Ed.), *Canola and Rapeseed - Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology*, pp. 47-78. Van Nostrand Reinhold, New York.
- [12] 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.
- [13] Lagercrantz U ve Lydiat DJ (1996). Comparative genome mapping in Brassica. *Genetics* 144: 1903-1910.
- [14] Lühs W (1996). Genetisch-analytische Untersuchungen zur Züchtung von Raps (*Brassica napus* L.) mit maximalem Erucasäure-Gehalt im Samenöl als industrieller Rohstoff. Dissertation, FB Agrarwissenschaften und Umweltsicherung, Univ. Giessen. Wissenschaftlicher Fachverlag.
- [15] Lühs W ve Friedt W (1997a). Wann ist mit ersten transgenen Rapsorten in Deutschland zu rechnen? *Raps* 15 (1): 10-17.
- [16] Lühs W ve Friedt W (1997b). Recent developments in industrial rapeseed breeding. *Proc. Intern. Conf. Sustainable Agriculture for Food, Energy and Industry*, 22-28 June 1997, Federal Agriculture Research Centre (FAL), Braunschweig, Germany. James & James Science Publishers Ltd., London, UK. .
- [17] Murphy DJ (1995). The use of conventional and molecular genetics to produce new diversity in seed oil composition for the use of plant breeders - progress, problems and future prospects. *Euphytica* 85: 433-440.
- [18] Murphy DJ (1996). Engineering oil production in rapeseed and other oil crops. *TIBTECH* 14: 206-213.
- [19] Nishiyama I, Sarashima M ve Matsuzawa Y (1991). Critical discussion on abortive interspecific crosses in *Brassica*. *Plant Breeding* 107: 288-302.
- [20] Paulmann W ve Frauen M (1991). Einsatz von biotechnologischen Verfahren in der praktischen Rapszüchtung. In: Ber. 42. Arbeitstagg., Arbeitsgemein. der Saatzuchtler, pp. 173-182. Vereinig. Österreich. Pflanzenzüchter, Gumpenstein.

[21] Poulsen GB (1996). Genetic transformation of *Brassica*. Plant Breeding 115: 209-225.

[22] Renard M, Delourme R, Vallee P, Pierre J (1997). Hybrid rapeseed breeding and production. Acta Horticulturae 459: 583-591.

[23] Röbbelen G (1960): Beiträge zur Analyse des Brassica-genoms. Chromosoma, 11: 205-228.

[24] Seyis F, Friedt W ve 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.

[25] 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.

[26] 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.

[27] Sjödin C (1992) Brassicaceae, a plant family well suited for modern biotechnology. Acta Agric Scand Sec B, Soil and Plant Sci. 42: 197-207.

[28] Thierfelder A, Lühs W ve Friedt W (1993). Breeding industrial oil crops with the aid of biotechnology: a review. Industrial Crops and Products 1: 261-271.

[29] 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.

[30] Vamling K ve Glimelius K (1990). Regeneration of plants from protoplasts of oilseed *Brassica* crops. In: Y.P.S. BAJAJ (Ed.), Legumes and Oilseed Crops I. Biotechnology in Agriculture and Forestry, Vol. 10, pp. 385-417. Springer-Verlag, Heidelberg, New York.

[31] Voss A, Lühs W, Friedt W ve Ordon F (1996). Erste Ergebnisse zur Schätzung genetischer Distanzen beim Raps mittels RAPDs. Vortr Pflanzenzüchtung 32: 91-93.

[32] Weber S, Lühs W ve Friedt W (1995). Application of microspore culture in *Brassica napus* crosses involving resynthesized rapeseed. EUCARPIA. Cruciferae Newsletter 17: 40-41.