

KOLZADA (*Brassica napus* L.) ÇİÇEKLENME İLE İLGİLİ QTL BELİRLENMESİ VE İNTERAKSİYON ANALİZLERİ*

M. Kemal GÜL

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü 17020-Çanakkale
E-Mail: kemalgul@comu.edu.tr

Özet

Çiçeklenme ile ilgili özellikler erkencilik ve olgunluk gibi özellikler için önem taşır. Bu özellikler ıslah amaçları için yardımcı özellik olarak da kullanılabilirler. Bir çok çevresel faktör çiçeklenme başlangıcı, çiçeklenme sonu ve çiçeklenme süresine etki eder. Çiçeklenme ile ilgili özellikler kantitatif kalıtım gösterirler. Günümüzde kantitatif kalıtım gösteren özelliklerin belirlenmesi mümkündür. Bundan başka böyle genlerin etkilerini, pozisyonlarını, birbiriyle ilişkilerininin saptanmasının yanında çevre ile olan etkileşimlerini yeni biyometrik ve moleküler yöntemlerle saptamak mümkündür. QTL analizleri için ‘Mansholt’s ve Samourai’ adlı iki çeşitten elde edilmiş 142 katlanmış haploitten oluşan bir populasyon ile RFLP markörlerinden oluşturulan bir harita kullanılmıştır. Veriler tarla denemelerinden elde edilmiştir. İstatistiksel analizler PLAPSTAT adlı bir programla yapılmıştır. Azot gübrelemesine bağlı olarak bulunan QTL’lerin genom üzerindeki yer ve pozisyonlarında bazı farklılıklar bulunmuştur ($N_0=0$ kg/ha, $N_1=240$ kg/ha). Çiçeklenme başlangıcı için N_0 düzeyinde toplam 4 QTL, N_1 düzeyinde de 5 QTL bulunmuştur. Çiçeklenme sonu ile ilgili N_0 düzeyinde 4 QTL, N_1 düzeyinde ise 3 adet QTL tespit edilmiştir. Çiçeklenme süresi için ise sırası ile 4 (N_0) ve 3 (N_1) QTL saptanmıştır. İnteraksiyon analizlerinde N_0 ve N_1 düzeylerine ait veriler kullanılarak her düzeyde bulunabilen QTL’ler aynı pozisyonunda tekrar bulunmuştur. Azot ile bazı QTL’ler arasında interaksiyonun bulunduğu görülmüştür. Elde edilen sonuçlar kolzada erkencilik ve diğer bazı özelliklerin iyileştirilmesinde kullanılabilir.

Anahtar sözcükler: Kolza, QTL, Azot, Çiçeklenme

Localization of QTL for Flowering and Interaction Analyses in *Brassica napus* (L.)

Abstract

The traits for flowering are important for the maturity and earliness. In addition they can be used as indirect trait for breeding aims. A lot of environmental factors contribute to begin of flowering, end of flowering and duration of flowering. All traits of flowering inherit quantitatively. Nowadays it is possible to detect loci for quantitative traits (QTL). Moreover, it is possible to define the effect, position and the relations between traits as well as the other QTL and environmental factors by molecular and biometrical methods. A doubled haploid rapeseed population of 142 lines from doubled winter rapeseed species ‘Mansholt’s and ‘Samourai’ and a framework map derived from an RFLP map were used for analysis of QTL. The data was derived from field trials. The statistical analyses were done by a statistical program called PLAPSTAT. There were some differences between QTL at different N level for location and position on genome ($N_0=0$ kg/ha, $N_1=240$ kg/ha). Totally four QTL for begin of flowering at N_0 level and five QTL at N_1 level were mapped. For end of flowering 4 QTL at N_0 and three QTL at N_1 level. Four QTL at N_0 and 3 QTL N_1 were localised for the duration of flowering. For the interaction analysis the data sets of N_0 and N_1 were analysed and most of identified QTL were identified at the same position. Some interactions between QTL and N fertilization were found. These results can be used to improve some traits and earliness of *Brassica napus*.

Key words: *Brassica napus*, QTL, nitrogen, flowering

1. Giriş

Kolza dünyada soyadan sonra en fazla üretilen önemli bir yağ bitkisidir. Dünyada yıllık kolza üretim miktarı 38 milyon ton civarındadır (Fried ve ark., 2002).

Islah çalışmalarında en önemli amaç her zaman verimi artırmak olmuştur. Çevre koşullarına bağlı olarak ortaya çıkabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırmak için

kullanılan çeşide ait bir çok özelliğin iyi belirlenip kaydedilmesi gerekmektedir. Çiçeklenme ile ilgili özellikler kullanılan çeşidin erkenci yada geççi olup olmaması konusunda fikir vermektedir. Erkencilik özellikle su sıkıntısı yaşanan bölgelerde önem taşır. Dolayısıyla kısa vejetasyon süresi içerisinde bitkilerin erken çiçeklenip

*: Yazarın Doktora çalışmasının bir bölümüdür.

erken olgunlaşması istenir. Ancak bu durumda fotosentez yapma döneminin kısalması nedeniyle bir çok verim unsurunun olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.

Azot (N) verimi artıran en önemli etken olup aynı zamanda çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme süresini etkileyen önemli tarımsal faktörlerden biridir. Azot gübresinin azaltılması çiçeklenme başlangıcını öne almakta ve çiçeklenme süresini kısaltmaktadır.

Çiçeklenme ile ilgili özellikler kantitatif özellik gösterirler. Bilindiği üzere böyle özellikler değişen çevre şartlarına karşı gösterdikleri tepkiler farklı olmaktadır. İslah açısından bakıldığında çevre x genotip etkileşiminin az olması istenir (Becker, 1993). Özel bazı ekolojilerde ise olumlu ve yüksek çevre x genotip etkileşiminden yararlanılarak özel çeşitler ıslah edilebilmektedir.

Çiçeklenme de bir çok kantitatif özellik gibi çevre koşullarından az yada çok etkilenmektedir. (Edwards ve ark., 1987; Rebai ve Goffinet, 1993). Dolayısıyla yapılan ıslah çalışmalarında F2 düzeyinde ve ilerleyen F basamaklarında kantitatif özellikler bakımından gözle tespit edilebilecek açılmalar görülmez. (Kappert, 1948). Çevrenin etkisi, bir kantitatif özelliği idare eden genlerin çevreye karşı gösterdiği tepkiler farklı olduğundan böyle karakterler açısından bitkilerde tekdüze ve kesin gözlem almak zordur (Nilson-Ehle, 1909; Johannsen, 1913; East, 1915). Günümüzde ise geliştirilen yeni teknikler sayesinde kantitatif karakterleri idare eden tüm genleri teorik olarak tespit etmek, bu genlerin çevreye karşı gösterdikleri tepkiler ayrı ayrı hesaplamak mümkündür. (Lander ve ark., 1989; Utz ve ark., 1996; Wang ve ark., 1999a).

Bu çalışmada kışlık kolzada çiçeklenme ile ilgili özellikleri yönlendiren gen bölgelerinin (quantitative trait locie, QTL) haritalanması, her bir QTL'rin değişen gübreleme düzeyine karşı gösterdikleri tepkilerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada bir katlanmış haploid

populasyonu kullanılmıştır. Bu populasyon bir çok özellik bakımından birbirinden önemli derecede farklılıklar gösteren 'Mansholt's Hamburger Raps' (DH5.1/2) adlı yerel bir çeşit ile 'Samourai' (DH11.4) adlı modern bir çeşidin mikrosporlarından elde edilen katlanmış haploidlerin birbiriyle melezlenmesi yoluyla elde edilen bitkilerin mikrosporlarından bir katlanmış haploid populasyonu kullanılmıştır. Mansholt yüksek oranda erusik asit içermekte olup Samuray'a göre de bir hafta geç çiçeklenmeye başlamaktadır. QTL haritalaması için Göttingen Georg August Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Yetiştirme ve İslahı bölümünde oluşturulan bir RFLP haritası kullanılmıştır. Bu harita 20 bağlı grubun (BG) üzerine iyi yerleştirilmiş olan 185 markörden oluşturulmuştur (Uzunova, 1994).

Denemeler iki yıllık, iki tekerrürlü, iki lokasyonlu ve iki farklı azot düzeyi gübrelemesi yapılarak ağustos ayının 3. haftası içersinde kurulmuştur (1998/99 ve 1999/2000). Denemelerde 142 katlanmış haploid kullanılmıştır. Azot gübrelemesinde toplam azot üçe bölünerek verilmiştir ($N_0=0$ kg/ha, $N_1=240$ kg/ha). Deneme tesadüf blokları deneme desenine göre kurulmuştur. Parseller 2 sıra halinde olup sıra uzunluğu 2,5 m, sıra arası mesafe 30 cm ve sıra üzeri mesafe 5 cm tutulmuştur. Çiçeklenme başlangıcı toplam bitkilerin %10'u çiçeklenmeye başlamasıyla tespit edilmişken, çiçeklenme sonu ise parselde bulunan %10 oranında çiçek açmaya devam eden bitkilerin sayımı ile tamalanmıştır.

Varyans analizleri (ANOVA) "PLABSTAT" (Utz, 1997) programı ile her azot gübrelemesi düzeyi için ayrı ayrı yapılmıştır. Genotip x N interaksiyonu her iki gübreleme düzeyinden elde edilen verilerle analiz edilmiştir. QTL haritalaması için "QTLMapper" adlı bir program yardımı ile "mixed model composite aralık mapping" (MCIM) modeli kullanılmış olup, aynı programla da QTL x N analizleri gerçekleştirilmiştir (Wang ve ark., 1999b).

QTL haritalaması için ilk olarak her katlanmış haploide ait verilerden yıl ve gübreleme düzeyine göre ortalamalar hesaplanmıştır. QTL x N iteraksiyonu analizleri için ise her iki yıla ait gübreli ve

gübrelessiz denemelerden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bu analizler yapıldıktan sonra ise geniş anlamda kalıtım derecesi (h^2) hesaplanmıştır (Falconer, 1984).

Bu çalışmada istatistiki olarak önem taşıyan QTL'ler için ihtimal oranları eşığı (likelihood-odds-ratio, LOD) $P \leq 0.005$ düzeyinde 1,71 olarak alınmıştır. Mevcut harita üzerinde yapılan QTL haritalaması için bağıli gruplar üzerinde 5 cM (Haldane) aralıklarla tarama yapılmıştır. Bulunması muhtemel QTL'ler, kullanılan MCIM modelinde "QTL mapping" komutu ile yapılmıştır. En muhtemel QTL'i saptamak için ise "Filtration" komutundan yararlanılmıştır. Son olarak yapılan QTL x N interaksiyon analizlerinde ise bu modele entegre edilen "Jackknife" testi kullanılmıştır. "One-unit-down" metodu kullanılarak farklı çevrelerde bulunan QTL'ler yada birbiriyle korelasyon halinde olan özelliklere ait QTL'leri saptamak için kullanılmıştır (Lincoln ve ark., 1993).

3. Bulgular ve Tartışma

Yapılan varyans analizlerinde çiçeklenme başlangıcı ve çiçeklenme süresi

bakımından katlanmış haploitler ile ebeveynleri arasındaki farklılıkların önemli olduğu saptanmıştır. Kalıtım değerleri bakımından her üç özelliğin de yüksek kalıtım değerlerine sahip olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

Her gübreleme düzeyinde haritalanabilen muhtemel QTL'ler Çizelge 2, 3 ve 4'te verilmiştir. Haritalanabilen QTL sayısı her özellik için 3 ile 5 arasında bulunmuştur. Bulunan QTL'lerin açıklayabileceği varyans oranı ise en az %39 olarak gübrelessiz düzeyde çiçeklenme başlangıcı için bulunmuştur. Çiçeklenme süresi için bulunan QTL'lerin açıklayabildiği varyans oranı ise en fazla %59 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada bulunabilen tek bir QTL'in açıklayabileceği varyans oranı en az %3.44 ile çiçeklenme sonu özelliği için, en fazla % 30.38 ile çiçeklenme süresi için hesaplanmıştır.

Çiçeklenme başlangıcı için N_0 gübreleme düzeyinde farklı BG üzerinde 4 adet QTL saptanmıştır. Aynı QTL'ler aynı yer ve pozisyonda N_1 düzeyinde de bulunmuşlardır. Bu 4 QTL'den bağımsız diğer bir QTL ise 4 nolu BG üzerinde bulunmuştur. QTL x N interaksiyonu analizlerinde de her iki azot düzeyinde

Çizelge 1. KH ve Ebeveynlere Ait Farklı Azot Gübrelemesi Koşullarındaki Minimum, Maksimum Değerleri ($N_0 = 0$ kg, $N_1 = 240$ kg/ha).

Genotip	Çiçeklenme Başlangıcı (ÇB) (Gün)		Çiçeklenme Sonu (ÇS) (Gün)		Çiçeklenme Süresi (ÇSU) (Gün)	
	N_0	N_1	N_0	N_1	N_0	N_1
DH5.1/2	21.63	22.0	17.63	19.75	27.00	28.75
DH11.4	13.38	15.25	17.25	20.25	34.88	36.00
Ortalama Değer	17.50	18.63	17.04	20.00	30.94	32.37
KH hatları						
Ortalama	19.55	20.34	17.96	20.30	29.40	29.95
Minimum	5.00	7.00	6.00	9.00	16.00	17.00
Maksimum	28.00	30.00	34.00	37.00	46.00	50.00
SS	3.91	3.97	6.81	7.41	6.45	6.94
AÖF _{0.05}	2.46	2.67	1.94	1.75	2.45	2.50
Kalıtım derecesi (h^2)	0.92	0.90	0.84	0.82	0.86	0.85

SS: standart sapma, AÖF: asgari önemli fark

Çizelge 2. Farklı Çevreler ve Bağlı Grupların Üzerinde Çiçeklenme Başlangıcı İçin Haritalanan QTL'ler.

N	QTL	BG ¹	Markör Aralığı	P ²	A ³ gün	AV ⁴ (%)	A (QTLxN) ⁵ gün	AV (QTLxN) ⁶ (%)	Pro ⁷	LOD
N ₀	ÇB1	2	WG7E10.H2-MG8	4.0	0.961	10.00	-	-	-	6.69
	ÇB2	4	RP438.E1-RP1042.H1	2.0	1.137	14.00	-	-	-	7.18
	ÇB3	8	WG7B3.H1-RP231.E1	6.0	-0.816	7.21	-	-	-	4.51
	ÇB4	9	RP668.E2-RP1018.E1	0.0	0.868	8.16	-	-	-	5.92
varyans										
genotipik: 8.50										
fenotipik: 9.23										
N ₁	ÇB1	2	WG7E10.H2-MG8	4.0	0.880	8.50	-	-	-	5.70
	ÇB2	4	RP438.E1-RP1042.H1	2.0	1.067	12.49	-	-	-	6.47
	ÇB5	4	OPR9.1480-RP607.E1	2.0	1.117	13.69	-	-	-	6.46
	ÇB3	8	WG7B3.H1-RP231.E1	4.0	-0.826	7.48	-	-	-	4.51
N ₁	ÇB4	9	RP1018.E1-WG1G2.H1	0.0	0.658	4.75	-	-	-	3.38
varyans										
genotipik: 8.20										
fenotipik: 9.11										
N ₀	ÇB1	2	WG7E10.H2-MG8	4.0	0.920	9.34	0.028	0.00	0.247	12.08
	ÇB2	4	RP438.E1-RP1042.H1	2.0	1.102	13.40	0.029	0.00	0.425	13.31
	ÇB5	4	OPR9.1480-RP607.E1	2.0	0.946	9.87	-0.222	0.00	0.148	9.94
	ÇB3	8	WG7B3.H1-RP231.E1	2.0	-0.666	4.89	0.003	0.00	0.941	3.79
N ₀ & N ₁	ÇB4	9	RP668.E2-RP1018.E1	0.0	0.738	6.01	0.169	0.00	0.162	8.53
varyans										
genotipik: 8.34										
fenotipik: 9.06										
GxN-İnteraction:0.03 sd										

1: Bağlı Grup, 2: QTL Pozisyonu, 3: Eklemeli etki, 4: Eklemeli gen etkisi tarafından açıklanabilen varyans, 5: QTL'in eklemeli gen etkisine katkısı, 6: QTL x N interaksiyonu ile açıklanabilen fenotipik varyans, 7: P< 0.005 düzeyinde bulunabilecek muhtemel QTL.

bulunan QTL'ler bulunmuştur. Ancak azotun açıklanabilir varyansa etkisinin önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Çiçeklenme sonu özelliği için 4 adet QTL farklı bağlı gruplar üzerinde belirlenmiştir (Çizelge 3). ÇS2 dışında diğer 3 QTL aynı pozisyonda ve bağlı grup üzerinde N1 gübreleme düzeyinde de tespit edilmiştir. İnteraksiyon analizleri ile de tüm QTL'ler tekrar bulunmuş olup ÇS2 azot gübrelemesi ile interaksiyon gösterdiği ve bu interaksiyonun açıklanabilir varyansın % 2.50' sini oluşturduğu hesaplanmıştır.

Çiçeklenme süresi ile ilgili N₀ düzeyinde 4 adet QTL bulunmuştur. ÇSU1 ve ÇS2 N₁ düzeyinde de aynı pozisyonda saptanmıştır. Bunlara ek olarak ÇSU5 adlı QTL 3 nolu bağlı grubun üzerinde tespit edilmiştir. Her iki azot düzeyinde bulunan QTL'ler aynı zamanda interaksiyon

analizleri sırasında da bulunmuştur. Bu özellikle ilgili bulunan ÇSU1 adlı QTL'in azot gübresi ile interaksiyon gösterdiği ancak bu interaksiyonun açıklanabilir varyansın ancak % 0.14'üne tekabül ettiği hesaplanmıştır (Çizelge 4).

Bir özelliği yönlendiren muhtemel QTL'lerin tamamını bulup haritalamak oldukça güçtür. Kearsy ve Pooni (1998) bir özellik için bulunabilecek önemli QTL sayısının en fazla 12 olabileceğini bildirmektedir. Ancak çok daha fazla ve güvenilir QTL bulabilme imkanının olduğu, bunun için de binlerle ifade edebilecek çok sayıda genotipin kullanılması, çok lokasyonlu ve çok yıllık denemelerin kurulması, dolayısıyla çalışmanın büyüklüğü göz önüne alınması durumunda, bu işin çok masraflı olacağı bildirilmektedir (Schön ve ark., 2002). Bu çalışmada her bir özellik için

Çizelge 3. Farklı Çevreler ve Bağlı Grupların Üzerinde Çiçeklenme Sonu İçin Haritalanan QTL'ler.

N	QTL	BG ¹	Markör Aralığı	P ²	A ³ gün	AV ⁴ (%)	A (QTLxN) ⁵ gün	AV (QTLxN) ⁶ (%)	Pro ⁷	LOD
N ₀	ÇS1	3	RP1466.H1-RP1214.E1	0.0	-0.490	7.82	-	-	-	6.81
	ÇS2	7	RP630a.E1-WG6C1.E1	0.0	0.524	8.94	-	-	-	5.9
	ÇS3	9	WG1G2.H1-WG3F7.H2	4.0	0.827	22.27	-	-	-	14.4
	ÇS4	16	RP1253.E1-TG2F9.H1	1.0	-0.686	15.32	-	-	-	8.7
						54.32				
varyans genotipik: 2.58 fenotipik: 3.07										
N ₁	ÇS1	3	RP1108.H1-RP1466.H1	6.0	-0.758	25.24	-	-	-	15.5
	ÇS3	9	WG1G2.H1-WG3F7.H2	0.0	0.630	17.56	-	-	-	11.3
	ÇS4	16	RP1253.E1-TG2F9.H1	4.0	-0.367	5.95	-	-	-	3.7
							48.75			
varyans genotipik: 1.86 fenotipik: 2.26										
N ₀ & N ₁	ÇS1	3	RP1108.H1-RP1466.H1	6.0	-0.623	15.40	0.138	0.00	0.008	20.1
	ÇS2	7	RP318b.E1-RP630a.E1	2.0	0.297	3.44	0.251	2.50	0.000	5.3
	ÇS3	9	WG1G2.H1-WG3F7.H2	2.0	0.725	20.85	0.100	0.00	0.187	25.2
	ÇS4	16	RP1253.E1-TG2F9.H1	8.0	-0.527	11.02	-0.171	0.00	0.011	11.9
						50.71	2.50			
varyans genotipik: 2.22 fenotipik: 2.52 GxN-Interaction: 0.00 sd										

1: Bağlı Grup, 2: QTL Pozisyonu, 3: Eklemeli etki, 4: Eklemeli gen etkisi tarafından açıklanabilen varyans, 5: QTL'in eklemeli gen etkisine katkısı, 6: QTL x N interaksyonu ile açıklanabilen fenotipik varyans, 7: P< 0.005 düzeyinde bulunabilecek muhtemel QTL.

bulunan QTL sayısı en fazla 5'tir. Bu özelliklere etki eden ve etkileri çok düşük olan gen yada gen lokusları saptanamamıştır. Böyle QTL'ler daha düşük bir LOD-değeri seçilmesi durumunda bulunabilirler. Bu çalışmada seçilen LOD değeri 1,71 olduğu halde haritalaması yapılan QTL'lerin en düşük LOD değeri 3,01 olarak bulunmuştur. Bu durumda bulunan QTL'ler dışında çok küçük etkili genlerin olduğu ve dolayısıyla bu genlerin bulunup haritalanmasının çok zor olduğu söylenebilir.

Yapılan varyans analizlerinde kullanılan genotipler ile gübreleme düzeyleri bu üç özellik bakımından interaksyonların önemli olmadığı tespit edilmiştir. Bunun sonucu olarak bulunmuş olan QTL'lerden yalnızca iki tanesinin azot ile interaksyon

gösterdiği belirlenmiş olup ÇS2 adlı QTL'in azot ile gösterdiği interaksyon sayesinde açıklanabilir varyansın %2.40'lük kısmı açıklanabilmiştir

Her azot gübrelemesi düzeyinde her üç özellik için bulunan QTL'lerin bazıları birbiriyle kısmen yada tamamen örtüştüğü görülmektedir. Bu özellikler birbiriyle ilişkili olduğundan aralarındaki korelasyonun yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çiçeklenme başlangıcı ile çiçeklenme sonu (N₀ için r:0.64; N₁ için r:0.64) ve çiçeklenme başlangıcı ile çiçeklenme süresi (N₀ için r:-0.82; N₁ için,r:-0.87)) arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur. Böyle durumlarda farklı özellikleri yönlendiren bazı QTL'lerin birbiriyle örtüşmesi doğaldır. Ayrıca farklı gübreleme düzeylerinde bazı QTL'ler ise

Çizelge 4:Farklı çevreler ve bağlı grupların üzerinde çiçeklenme süresi için haritalanan QTL'ler

N	QTL	BG ¹	Markör Aralığı	P ²	A ³ gün	AV ⁴ (%)	A (QTLxN) ⁵ gün	AV (QTLxN) ⁶ (%)	Pro ⁷	LOD
N ₀	ÇSU1	2	MG8-MG9	0.0	-0.908	15.15	-	-	-	9.2
	ÇSU2	4	RP438.E1-RP1042.H1	4.0	-1.029	19.46	-	-	-	7.6
	ÇSU3	4	OPR9.1480-RP607.E1	2.0	-0.540	5.36	-	-	-	3.0
	ÇSU4	8	MG26-MG27	0.0	0.536	5.28	-	-	-	3.6
						45.25				
varyans										
genotipik: 4.68										
fenotipik: 5.44										
N ₁	ÇSU1	2	MG8-MG9	2.0	-1.057	20.05	-	-	-	15.4
	ÇSU5	3	OPD3.1190-RP1532.H1	0.0	-0.564	5.71	-	-	-	9.9
	ÇSU2	4	RP438.E1-RP1042.H1	4.0	-1.301	30.38	-	-	-	15.7
							56.14			
varyans										
Genotipik: 4.7										
fenotipik: 5.57										
N ₀ & N ₁	ÇSU1	2	MG8-MG9	2.0	-0.990	18.49	0.085	0.14	0.000	23.1
	ÇSU5	3	OPD3.1190-RP1532.H1	0.0	-0.358	2.42	0.214	0.00	0.020	3.7
	ÇSU2	4	RP438.E1-RP1042.H1	4.0	-1.165	25.60	0.177	0.00	0.199	21.7
	ÇSU3	4	OPR9.1480-RP607.E1	2.0	-0.456	3.92	0.026	0.00	0.612	5.1
ÇSU4	8	MG26-MG27	0.0	0.692	9.03	-0.167	0.00	0.049	12.5	
						59.46				
								0.14		
varyans										
genotipik: 4.67										
fenotipik: 5.30										
GxN-İnteraction: 0.05 sd										

1: Bağlı Grup, 2: QTL Pozisyonu, 3: Eklemeli etki, 4: Eklemeli gen etkisi tarafından açıklanabilen varyans, 5: QTL'in eklemeli gen etkisine katkısı, 6: QTL x N interaksiyonu ile açıklanabilen fenotipik varyans, 7: P< 0.005 düzeyinde bulunabilecek muhtemel QTL

tamamen bağımsız bulunabilirler ve bu durumda kullanılan 'one-unit-down method' ile yapılan analizler ile birbirine komşu olan iki markör aralığının farklı özellikleri idare ettikleri tesbit edilmiştir. Böyle bir durum ÇB4 ve ÇS3 adlı QTL'lerde bulunmuştur.

Bilindiği üzere bazı genler birden çok özelliğe etki edebilirler. Farklı özellikler için bulunan ve birbiriyle örtüşen QTL'ler olduğu bir çok araştırmada tespit edilmiştir. Weissleder (1996) kolzada yaptığı çalışmada bazı morfolojik ve agronomik özelliklerin aynı gen veya QTL'ler tarafından idare edildiklerini saptamıştır. Kenard ve ark.(1994) *Brassica oleracea* türünde, Song ve ark.(1995) *Brassica campestris* türünde benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Bir gen veya QTL'in birden çok özelliğin

şekillenmesinde yer alması genlerin pleiotropik etkisiyle yada bağlı genler ile açıklanabilir (Falconer, 1984). Pleiotropik gen etkileri yapılacak korelasyon analizleri sayesinde önceden tahmin edilebileceği çeltikte de saptanmıştır (Wissuwa ve ark., 1999).

Azot gübrelemesi geç çiçeklenmeye neden olur. Yapılan bu çalışmada gübreli ve gübresiz denemelerde önemli bir farklılık bulunmamış olsa da gübrenilmiş denemelerin ortalama 3 gün geç çiçeklenmeye başladıkları tespit edilmiştir. Bu durumda erkenci çeşitlerin gübrelemeden kaynaklanabilecek geç çiçeklenme ve çiçeklenme esnasında ve sonrasında oluşabilecek kuraklık problemi için önemli olabilir. Daha öncede bahsedildiği üzere

üretimi yapılan çeşitlerin çevresel faktörlerden etkilenmemesi arzu edilir. Elde edilen sonuçlardan görülebileceği üzere bazı QTL'lerin yalnız gübresiz yada gübreli ortamlarda haritalanabildiği görülmektedir. Eğer bir özellik çevre koşullarına bağlı olarak değişmesi, sadece o çevrede etkisini gösterebilen spesifik genlerin varlığıyla açıklanabilir (Becker, 1993).

Çiçeklenme zamanının iyi bilinmesi yapılan hibrit tohum üretiminde eşzamanlı çiçeklenme istenmesinden dolayı büyük önem taşımaktadır. İslah açısından önem taşıyan bir çok özelliğin iyileştirilmesinde indirek özellikler kullanılmakta ve bu özelliklerin asıl ulaşılacak amaç ile olumlu bir ilişki içerisinde olması beklenir. Ancak bu çalışmada her üç özelliğin kendi aralarında tespit edilen korelasyonlardan başka sadece büyüme ve bitki yüksekliği özellikleri ile korelasyon gösterdikleri saptanmıştır (Weissleder, 1996). Bu yüzden çiçeklenme ile ilgili özellikler kısa yada uzun boylu hatların geliştirilmesinde yardımcı özellik olarak kullanılabilir.

Genel olarak QTL çalışmaları markör destekli seleksiyonda (marker assisted selection, MAS) başarı ile kullanılmaları mümkündür. Bu yolla ıslah çalışmalarının erken evrelerinde seleksiyona geçilerek hem zamandan tasarruf edilmiş olur hem de populasyon küçültülerek başarı şansı artırılır. Bunun için bazı şartların yerine getirilmiş olması gerekmektedir (Haensel, 1976; Falconer ve Mackey, 1996): özelliğin kolay araştırılabilir olması, yüksek kalıtım derecesi, yardımcı özellikler ile hedef özellikler arasında yüksek korelasyon bulunmasıdır. Bunlara ek olarak fazla ve yeterli sayıda genotipin kullanılması, çok yıllık ve çok tekerrürlü denemelerden elde edilen veriler, genomu mümkün olduğunca fazla sayıda markörlerle kaplanması ve son olarak kullanılacak haritalama programının uygun olmasıdır. QTL haritalamalarında kullanılmakta olan bir kaç program mevcut olsa da, bu yeni metodun tam olarak oturmuş olmaması aynı veriler ve aynı gen haritası kullanılarak yapılan QTL çalışmalarında bazı farklılıklar bulunabilmektedir. Ancak açıklanabilen varyans içerisinde büyük payları olan genlerin bulunup haritalanmasında

farklılıklar görülmemektedir. Böyle durumlar genellikle farklı seçilen co-faktörler ve LOD değerlerinden kaynaklanmaktadır. Bu faktörler özellikle bir özelliğin şekillenmesine çok daha az etkisi olan genlerin ve kalıtım derecesi düşük olan özelliklerin tanımlanması için önem taşırlar. Sözü edilen faktörler dikkate alındığında yapılacak QTL haritalama çalışmaları yolu ile elde edilen sonuçların ıslah çalışmalarında başarılı ve etkin bir şekilde kullanılmaları mümkündür.

Kaynaklar

- Becker, H. C., 1993. Pflanzenzüchtung. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- East, E. M., 1915. Studies on the size inheritance in *Nicotinia*. *Genetics* 1: 164-176.
- Edwards, M. D., Stuber, C. W. and Wendel J. F., 1987. Molecular-marker-facilitated investigations of quantitative-trait loci in maize. 1. Numbers, genomic distribution and types of gene action, *Genetics* 116: 113-125.
- Falconer, D. S., 1984. Einführung in die quantitative Genetik. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Falconer, D. S. and Mackay, T. F. C., 1996. Introduction to Quantitative Genetics. 4th Edition. Longman Scientific Technical, New York.
- Fried, W., Baetzel, R., Badani, A. G., Koch, M., Schmidt, R., Horn R. und Lühs, W., 2002. Züchtung auf optimierte Schrotqualitaet bei Raps (*Brassica napus*). *Vortr. Pflanzenzüchtung, Vort.* 54: 131-143.
- Haensel, H., 1976. Heritabilitaet von Teileigenschaften und deren Korrelation zu Komplexeigenschaften ("Tafeln für indirekte Selektion"). *Ber. Arb. Tag. Gem. Saatzuchtleiter, Gumpenstein*, pp. 3-10.
- Johannson, W., 1913. Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 2. Auflage, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Kappert, H., 1948. Die Vererbungswissenschaftlichen Grundlagen der Pflanzenzüchtung, Paul Parey Verlag, Berlin/Hamburg.
- Kearsey, M. J. and Pooni, H. S., 1998. The Genetical Analysis of Quantitative Traits, Birmingham, UK.
- Kennard, W. C., Slocum, M. K., Figdore S. S. and Osborn, T. C., 1994. Genetic analysis of morphological variation in *Brassica oleracea* using molecular markers, *Theor. Appl. Genet.* 87: 721-732.
- Lander, E. S. and Botstein, D., 1989. Mapping Mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps. *Genetics* 121: 185-199.
- Lincoln, S. E., Daly, M. J. and Lander, E. S., 1993. Mapping genes controlling quantitative traits using MAPMAKER/QTL version 1.1: A tutorial

- and reference manual. 2. Auflage, Whitehead Institute of Biomedical Research, Cambridge , USA.
- Nilson-Ehle, H., 1909. Kreuzungsuntersuchungen an Hafer und Wizen. Lunds Univ. Arscrift N. F. Avd. 2, Band 5.
- Rebai, A. and Goffinet, B., 1993. Power of tests for QTL detection using replicate progenies derived from a diallel cross. *Theor. Appl. Genet.* 86: 1014-1022.
- Schön, C. C., Utz, H. F., Groh S., Truberg, B. and Melchinger, A. E., 2002. Kartierung von Loci für quantitative Eigenschaften: Was bringt eine Stichprobengröße von 1000 Genotypen, *Vortr. Pflanzenzüchtg.* 54: 53-57.
- Song, K., Slocum, M. K. and Osborn, T. C., 1995. Molecular analysis of genes controlling morphological variation in *Brassica rapa* (syn. *Capestris*). *Theor. Appl. Genet.* 90: 1-10.
- Utz, H. F. and Melchinger, E., 1996: PLABQTL: A program for composite aralik mapping of QTLs. (<http://www.unihohenheim.de/i3v/00068900/18314041.htm> 12.09.200).
- Utz, H. F., 1997. Plabstat: Ein Computerprogramm zur statistischen Analyse von pflanzenzüchteriscen Experimenten. Version 2N. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Universitaet Hohenheim (<http://www.uni-hohenheim.de>).
- Uzunova, M., 1994. Erstellung einer RFLP-Karte von Raps (*Brassica napus*) und Kartierung erster züchterisch wichtiger Gene. Diss., Göttingen.
- Wang, D. L., Zhu, J., Li, Z. K. and Paterson, A. H., 1999a. Mapping QTL with effects and QTL environment interactions by mixed linear model approaches. *Theor. Appl. Genet.* 99: 1255-1264.
- Wang, D. L., Zhu, J., Li, Z. K. and Paterson, A. H., 1999b. User Manuel for QTLMapper Version 1.01b. A Computer Software for Mapping Quantitative Trait Loci (QTL) with Main Effects, Epistatic Effects and QTL x Environment Interactions. Departman of Agronomy, Zhijang University, Hagzhou 310029, China.
- Weissleder, K., 1996. Genetische Kartierung von Loci für züchterisch bedeutsame Merkmale beim Winteraps (*Brassica napus* L.) Diss. Göttingen.
- Wissuwa, M. and Ae, N., 1999. Molecular markers associated with phosphorus uptake and internal phosphorus-use efficiency in rice. In: Gissel-Nielsen and A. Jensen (eds). *Plant Nutrition-Molecular Biology and Genetics*, Kluwer Academic Publishers. Printet in the Netherlands, pp. 433-439.