

PATATES Y VİRÜSÜ (POTATO VIRUS Y = PVY)'NE DAYANIKLI SIVRI BİBER HATLARININ GELİŞTİRİLMESİ

İbrahim ÇELİK^{1*} Ramazan ÖZALP¹ Nejla ÇELİK¹ İlknur POLAT¹
Görkem SÜLÜ¹ Abdullah ÜNLÜ¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Alınış Tarihi: 09.10.2013 Kabul Tarihi: 07.11.2013

Özet

Biber (*Capsicum annuum* L.), Dünya'da ve Türkiye'de üretilen en önemli sebze türlerinden biridir. Türkiye biber üretiminde dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. Biberde hastalık oluşturan ve biber üretimini sınırlayan pek çok virüs bulunmaktadır. Patates Y Virüsü (PVY) biber yetiştirilen alanlarda verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır. Bu hastalıkla mücadelede en kolay ve en ekonomik yol dayanıklı çeşitlerin kullanılmasıdır. Dünya'da PVY'nin, PVY0, PVY1 ve PVY1–2 olmak üzere üç ırkı mevcut olup, tümüne dayanıklılık yabancı SCM 334 biber genitöründe bulunan dominant *Pvr4* geni tarafından sağlanmaktadır. Bu çalışmada SCM 334 biber genitörü kullanılarak sivri biber çeşidine geri melezleme ile *Pvr4* geninin aktarılması amaçlanmıştır. Dayanıklı genotipin meyve şeklini düzeltmek için hassas genotip ile üç kez geri melezlenmiştir. Dayanıklı ve hassas bitkileri belirlemek amacıyla mekanik inokulasyon ve moleküler testlemeler yapılmıştır. Moleküler testlemelerde *Pvr4* geni ile bağlantılı ve bu gene oldukça yakın olan kodominant CAPS (cleaved amplified polymorphic sequence) moleküler markırı kullanılmıştır. Mekanik inokulasyon ile testleme sonuçları moleküler testleme sonuçlarını doğrulamaktadır. Bu çalışma, TÜBİTAK-KAMAG 109G029 nolu projenin bir bölümüdür.

Anahtar Kelimeler: Sivri biber, *Pvr4* gen, CAPS, Mekanik inokulasyon

DEVELOPMENT OF LONGER PEPPER RESISTANT LINES TO POTATO VIRUS Y (PVY)

Abstract

Pepper (*Capsicum annuum* L.), is one of the most important vegetable species produced both in the world and in Turkey. Turkey is in third place in pepper production in the world. There are many viruses affecting and limiting pepper

* Sorumlu yazar: celik_ibrahim@yahoo.com

production. Potato Y virus (PVY), a member of the genus potyvirus, is one of the most common viruses infecting pepper crops. Improving resistant pepper varieties against the disease is more advantageous and easy way to control disease in production area. There are 4 races such as PVY0, PVY1 and PVY1-2 in the world. The dominant *Pvr4* resistance gene in wild type SCM 334 pepper confers a complete resistance to the three pathotypes of potato virus. In this study, resistant genotype SCM 334 and susceptible long pepper inbred line were crossed to improve resistance in breeding lines. To eliminate the undesirable characteristics of the resistant genotypes, resistant line was backcrossed three times with susceptible genotypes. Mechanical inoculation and molecular methods were used to determine the reaction of backcross progenies to the disease. The dominant CAPS markers were used to determine resistant and susceptible plants and results from the mechanical inoculation method were verified with the CAPS marker. This study is a part of "Improvement of F1 Hybrid Vegetable Varieties and Qualified Lines in Turkey" basic project and financed by Scientific and Technological Research Council of Turkey (TUBITAK-KAMAG 109G029).

Key Words: Long type pepper, *Pvr4* gene, CAPS marker, Mechanical inoculation

1. GİRİŞ

Türkiye, biber üretiminde dünyada üçüncü sırada yer almaktadır. 2011 yılı itibari ile dünyada 24 milyon ton biber üretilmekte olup; Türkiye, Çin ve Meksika'dan sonra 1 875 269 ton üretim ile 3. sırada yer almaktadır (FAO, 2011).

Ülkemizde biber yetiştiriciliğinde fungal, bakteriyel ve viral hastalık etmenleri nedeniyle önemli kalite ve verim kayıpları ortaya çıkmaktadır. Bu hastalık etmenleri arasında özellikle virüs hastalıkları biber üretimini ve verimi sınırlamaktadır. Bu virüslerden *Potato virus Y* (PVY) biber ekilen alanlarda ürünün kalitesine ve miktarına önemli derecede zarar vermektedir (Yılmaz ve Davis, 1985; Palloix vd., 1994).

Patates Y virüsü, Potyviridae familyasına ait Potyvirus grubuna giren tek sarmal RNA içeren bir virüstür. İlk olarak 1930'lu yıllarda tespit edilmiştir (Arnedo-Andres vd., 2006). Virüs, Amarantaceae, Chenopodiaceae, Compositae ve Leguminosae familyalarından çok sayıda bitki türünü ve Solanaceae familyasından patates, biber, domates ve tütün bitkilerini de enfekte etmektedir (McDonald ve Singh, 1996; Ward ve Shukla, 1991). Özellikle patates alanlarında PVY'den dolayı %100 ürün kayıpları görülebilmektedir (Warren vd., 2005). Akdeniz Bölgesi örtüaltı biber üretim

alanlarında da PVY'den dolayı önemli ürün kayıplarına rastlanmaktadır (Tobais vd., 2001).

Patates Y virüsünün alındığı konukçu bitkiye ve biber varyetelerinin hastalık etmenine gösterdiği semptoma bağlı olarak pek çok patotipi ve ırkları mevcuttur (Ekbiç vd., 1997). Dünyada PVY'nin, PVY0, PVY1 ve PVY1-2 olmak üzere üç ırkı mevcuttur (Dogimont vd., 1996). Ekbiç vd., (1997), yaptıkları çalışmada Türkiye'de PVY'nin 0 ve 1 patotiplerinin bulunduğu bildirilmiştir. Yine, 2007-2010 yılları arasında Antalya ili örtüaltı biber üretiminde PVY patotiplerinin belirlenmesi amacıyla Antalya-Merkez, Kumluca, Finike, Demre, Kaş, Serik, ve Alanya ilçeleri örtüaltı biber alanlarında yürütülen bir çalışmada Antalya ilinde PVY'nin 0 ırkının varlığı tespit edilmiştir (Çelik vd., 2012). Bu ırkların tamamına SCM 334 biber genitöründe bulunan *Pvr4* geninin dayanıklılık sağladığı bildirilmiştir (Arnedo-Andrés vd., 2006). SCM 334 biber genitörü bibere arız olan *Phytophthora capsici* Leon., (Gilabert vd., 2008; Kim vd., 2008) ve kök-ur nematodlarından olan *M. arenaria*, *M. incognita*, ve *M. javanica*'nın da dayanıklılık kaynakları arasında yer almaktadır (Pegard vd., 2005).

Hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık sağlayan genlerin kontrolü morfolojik markırlar kadar moleküler markırlar da ıslah çalışmalarının vazgeçilmezleri arasında yer almaya başlamıştır. Son yıllarda bibere arız olan virüslere karşı dayanıklılık çalışmalarında markır destekli seleksiyon (MAS) amaçlı çalışmalar artış göstermektedir. Potyvirus'lere dayanıklılık sağlayan resesif genler "pvr1, pvr2, pvr6 ve pvr7" yakınlığı tespit edilen markırlar bunlardan bazılarıdır (Caranta vd., 1999; Arnedo-Andrés vd., 2002; Arnedo-Andrés vd., 2006; Ben Khalifa vd., 2009).

Ekbiç (1998), biberde PVY'ye dayanıklılık özelliği için Bulk Segregant Analizi (BSA) ile RAPD işaretleyicilerin belirlenmesi amacıyla KM1 ile SCM 334 melezlemesinden elde edilen F₂ ve GM₁ populasyonu kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, PVY'nin değişik ırklarına dayanıklılık sağlayan *Pvr4* genine ait bir moleküler işaretleyici elde edemediklerini, ancak, SCM 334'ün sahip olduğu *Pvr4* geninin PVY'ye karşı monogenik bir dayanıklılık sağladığını ve dayanıklılık ıslahında geri melezleme yöntemi ile bu dayanıklılığın aktarılabilceği tespit etmişlerdir.

Caranta vd., (1999), 'Yolo Wonder' ve 'CM 334' melezlemesinden elde ettikleri F₂ populasyonu üzerinde, *Pvr4* geniyle linkage oluşturabilmek amacıyla AFLP moleküler işaretleyicileri kullanmıştır. *Pvr4* genine en yakın bulunan AFLP işaretleyici, ıslah çalışmalarında MAS amaçlı kullanılabilmek amacıyla kodominant CAPS moleküler işaretleyiciye dönüştürülmüştür. Yine,

Arnedo-Andrés vd. (2002), 'Yolo Wonder' ve 'SCM 334' melezlemesinden elde ettikleri F₂ ve F₃ popülasyonu üzerinde *pvr4* alleli ile bağlantılı RAPD markırını belirleyerek, ıslah çalışmalarında MAS amaçlı kullanmak amacıyla dominant SCAR markırına dönüştürmüşlerdir. Fakat elde edilen markırın dominant karakterde olması repulsion/trans bağlantı durumunda olması nedeniyle markır yardımcı geriye melezleme ıslahında kullanılamamaktadır.

Bu çalışmada, SCM 334 biber genitörü kullanılarak serademre 8 sivri biber çeşidine geri melezleme ile dayanıklılığın aktarılması amaçlanmıştır. Çalışmanın geri melez aşamalarında önce mekanik inokulasyon ardından *Pvr4* genine yakın olan kodominant CAPS moleküler işaretleyiciler kullanılarak dayanıklı bitkiler tespit edilmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nde (BATEM) 2010 ile 2012 yılları arasında yürütülmüştür. Çalışmada bitkisel materyal olarak dayanıklı SCM 334 genitörü ve Enstitüye ait PVY'ye hassas ve açık tozlanan bir biber çeşidi olan Serademre 8 (SD8) kullanılmıştır. SD8 demre tipi sivri biber çeşidi olup ülke genelinde açıkta ve örtüaltında yaygın olarak yetiştirilmektedir. Bu çeşitte hastalık dayanımı yoktur. Mekanik inokulasyon çalışmalarında PVY izolatı olarak daha önceki çalışmalardan elde edilen PVY 0 ırkına ait inokulum (Çelik vd., 2012), GM bitkileri, hassas kontrol olarak SD8 standart biber çeşidi, dayanıklı kontrol olarak SCM-334 genitörüne ait fideler, pH'sı 7 olan 0.01M fosfat buffer (Na₂HPO₄.2H₂O-NaH₂PO₄.12H₂O), 180x165 mm boyutlarında 6 numara saksı ve steril harç kullanılmıştır. Moleküler testleme çalışmalarında mekanik inokulasyon testlemeleri sonucu dayanıklı olarak tespit edilen bitkiler, dayanıklı SCM-334 biber genitörü ve hassas SD8 biber genotipine ait fidelerden alınan taze yaprak örnekleri, *Pvr4* geni için CSO-CAPS primeri, *A/MNI* isimli kesim enzimi kullanılmıştır.

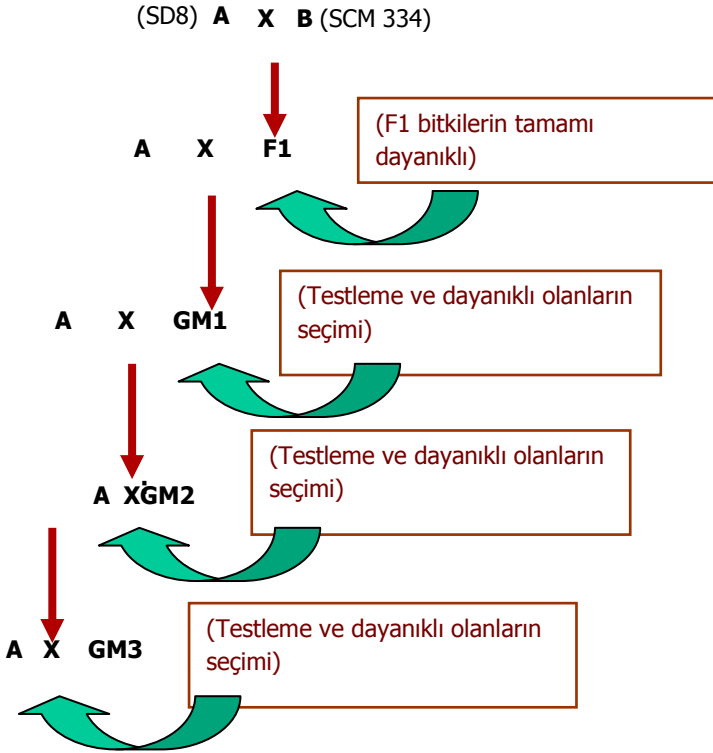
2.2 Islah ve Geri Melez Çalışmaları

Çalışmada *Pvr4* genine sahip SCM 334 biber genitörü dayanıklılık kaynağı olarak kullanılmıştır. SD8 genotipi hassas materyal olup dayanıklılık

geni aktarılabacak çeşittir. Dayanıklılık geri melez (GM) yöntemi ile aktarılmıştır. İlk önce hassas genotip ana dayanıklı çeşit baba olacak şekilde melezlemeler yapılmıştır. Melezleme ile elde edilen F₁ bitkileri önce mekanik inokulasyonla testlenmiş, mekanik testlemede dayanıklı çıkan bitkiler moleküler olarak testlenmiştir. Moleküler testleme sonucu *Pvr4* geni bakımından heterozigot dayanıklı bireyler tekrarlanan (recurrent) ebeveyn SD8 ile tekrar melezlenmiştir (Şekil 1). Moleküler çalışmalar sonucunda *Pvr4* geni bakımından heterozigot durumda bulunan bitkiler ve geriye melezleme çalışmalarında dayanıklı GMF₁ bitkileri ana, SD8 bitkileri baba olarak kullanılmıştır. Her bir geriye melezleme generasyonunda fide aşamasında izole edilen DNA'lardan dayanıklı genotipler CAPS markırı ile taranmış, MAS ile dayanıklı genleri taşıyan bireyler seçilmiştir. Bu şekilde 3 geri melezleme yapılmış ve her melez sonrası mekanik inokulasyonla ve moleküler olarak testlemeler yapılmıştır.

2.3 Mekanik İnokulasyonla Testleme Çalışmaları

Testlemede SCM-334 genitöründen 10 adet bitki dayanıklı kontrol olarak, SD8 çeşidinden 10 adet bitki hassas kontrol olarak kullanılmıştır. Mekanik inokulasyon ile yapılan testlemede biber fideleri, ilk gerçek yapraklarını çıkardıkları dönemde viyollere şaşırtılmıştır. Viyollerde 3-4 yapraklı döneme ulaşan fideler, içerisinde steril harç bulunan saksılara, her saksıya ikişer adet fide olacak şekilde dikilmiştir. Şaşırtma işleminden 2 gün sonra fidelere virüs inokulasyonu yapılmıştır. İnokulasyonda kullanılan PVY 0 ırkına ait inokulum 1:5 oranında fosfat buffer içerisinde ezilerek hazırlanmıştır. Hazırlanan inokulum, fidelerin kotiledon ve ilk gerçek yapraklarına mekanik inokulasyon yöntemine göre bir sünger yardımıyla bitki yaprak dokusu aşındırılarak virüsün bitkiye bulaşması sağlanmıştır (Şekil 2a). Bu işlemde 3-5 dakika sonra yapraklara su püskürtülerek inokulum fazlası uzaklaştırılmıştır. Virüs bulaştırma işlemi birer hafta ara ile 2 kez yapılmıştır (Çelik vd., 2012). Testlemeler 24-26 °C sıcaklık ve %60-70 nem içeren sera kompartmanında yapılmıştır. Bitkilerde oluşan PVY belirtilerinin sonuçları 21 gün sonra alınmış (Şekil 2b) ve dayanıklı bitkilerden yaprak örneği alınarak moleküler testlemeler için DNA'ları çıkarılmıştır.



Şekil 1. Biberde PVY'ye dayanıklı hat geliştirmede kullanılan gerimelez yöntemi

2.4 Moleküler Testleme Çalışmaları

Mekanik inokulasyonla testlenen ve dayanıklı olduğu görülen bitkilerin DNA izolasyonu modifiye edilmiş CTAB protokolüne (Doyle ve Doyle, 1990) göre yapılmıştır.



Şekil 2. Mekanik inokulasyon çalışmaları (a), bitkilerdeki PVY belirtileri (b)

PCR reaksiyon koşulları ve protokolü, Caranta vd (1999)'nın yapmış oldukları çalışmadan bir takım modifikasyonlar yapılarak belirlenmiştir. PCR reaksiyonları 18 µl hacimde gerçekleştirilmiştir. Reaksiyonlar; 4.0 µl DNA (20 ng DNA), 2.0 µl dNTP (0.1 mM dNTPs), 2.0 µl MgCl₂ (2.5 mM MgCl₂), 0.2 µl Taq (0.6 U Taq DNA polymerase), 1.5 µl her bir primer (CSO-F: 5'-CGAAGAGAGAAGGTC-3' ve CSO-R: 5'-TCAGGGTAGGTTATT-3'), 2.0 µl PCR buffer ve 4.8 µl ddH₂O kullanılarak gerçekleştirilmiştir. PCR protokolü; 1 döngü 94°C'de 3 dk, ardından 30 döngü olacak şekilde, 94°C'de 30 sn, 52°C'de 30 sn, 72°C'de 1 dk ve son olarak da 1 döngü 72°C'de 10 dk şeklindedir. PCR ürünleri %2'lik high resolution agaroz jelde, 110 V'da 2 saat yürütüldükten sonra, UV ışığı altında gözlenmiştir. Jel üzerinde PCR ürününden 458 bp bant görüldükten sonra, *A/INI* enzimi kullanılarak kesim işlemi yapılmıştır. Kesim işlemi 20 µl hacimde gerçekleştirilmiştir. SCM 334 dayanıklı, SD8 hassas kontrol olarak kullanılmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yabani biber hattı SCM-334'den sivri biber çeşidine dayanıklılığın aktarılmasında geri melez yöntemi kullanılmıştır. Çalışma başlangıcında Enstitü sivri biber çeşidi SD8 ile dayanıklılık kaynağı SCM 334 genitörü hem klasik hemde moleküler olarak testlenmiş ve SD8 çeşidi hassas, SCM-334 genitörünün dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Bu aşamada her iki genotip melezlenmiş ve F₁ tohumları elde edilmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında bir önceki dönem elde edilen 60 adet F₁ bitkilerinde testleme yapılmamış Mendel kuralları gereği dayanıklı olduğu kabul edilmiştir. Yine bu dönemde F₁ bitkileri sivri biber çeşidi SD8 ile geri melezlemeye alınmış ve elde edilen GM₁F₁

tohumları alınmıştır. Aynı genotiple çalışma yapan Ekbiç (1998), SCM 334'ün sahip olduğu *Pvr4* geninin PVY'ye karşı monogenik bir dayanıklılık sağladığını ve dayanıklılık ıslahında geri melezleme yöntemi ile bu dayanıklılığın aktarılabilceği tespit etmişlerdir.

Çalışmanın üçüncü aşamasında önceki dönemde elde edilen GM_1F_1 bitkilerinden 270 adet fide önce mekanik inokulasyon ile testlemeye alınmış (Çizelge 1) 128 bitki hassas iken (Şekil 3a) ve 142 adet bitkinin dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3b). Testlemede dayanıklı bitki sayısı %52 olarak saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 1'de verilmiştir. Mekanik inokulasyonla testlemede dayanıklı olarak tespit edilen 139 bitkinin fidelerinden alınan DNA örnekleri moleküler olarak testlenmiş (Çizelge 2) ve 26 bitkide hassas bireyde görülmesi beklenen 458 bp'lik tek bant belirlenmiştir. 113 Heterozigot dayanıklı bireyde beklenen 458 bp'lik ve 444 bp'lik bant gözlenmiştir (Şekil 4). GM_1F_1 aşamasında mekanik testlemenin klasik testlemeyi karşılama yüzdesi %82'dir, bir başka ifade ile markır ve gen arasında %18 lik bir rekombinasyon görülmüştür.



Şekil 3. Testleme sonucunda hassas bitki (a), dayanıklı bitkiler (b)

Dördüncü dönemde GM_2F_1 bitkilerinden 390 adet fide mekanik inokulasyon ile testlenmiş ve testleme sonucunda 180 adet bitkinin dayanıklı olduğu tespit edilmiş olup toplam bitki içinde dayanıklı bitkilerin oranı % 46 olmuştur. Mekanik inokulasyon ile testleme sonucu dayanıklı olan bitkilerden 108 adedi moleküler olarak testlenmiş ve %87'sinin (94 adet) dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Yine bu dönemde de dayanıklı bitkilere SD8'den toz verilerek geri melez yapılmış ve GM_3F_1 tohumları alınmıştır.

Çizelge 1. Gerimelez aşamaları, mekanik inokulasyon yapılan bitkiler, dayanıklı bitki sayıları ve oranları

Geri melez aşaması	Mekanik inokulasyon yapılan bitki sayısı	Mekanik inokulasyon sonrası dayanıklı bitki sayısı	Mekanik inokulasyon sonucu dayanıklı/hassas oranı (%)
GM1F1	270	142	52
GM2F1	390	180	46
GM3F1	508	264	51
	389	195	50

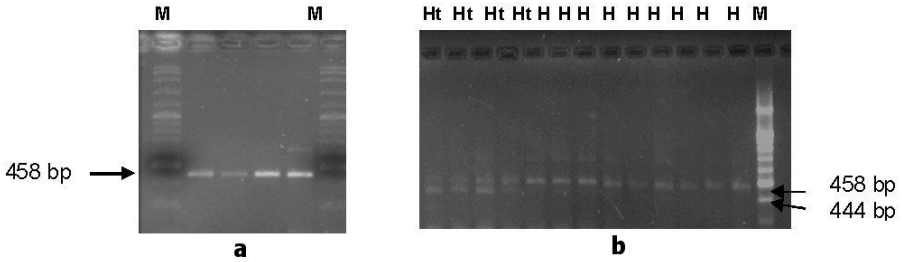
Çizelge 2. Gerimelez aşamaları, moleküler testleme yapılan bitki, dayanıklı bitki sayıları ve oranları

Geri melez aşaması	Moleküler testlenen bitki sayısı	Moleküler testleme sonucu dayanıklı bitki sayısı	Molekülerde dayanıklı/hassas oranı (%)
GM1F1	139	113	81
GM2F1	108	94	87
GM3F1	175	152	87
	140	120	86

Beşinci dönemde GM₃F₁ bitkilerinden 508 adet bitki mekanik inokulasyon ile testlemeye alınmıştır. Bu bitkilerden 264 adedi dayanıklı olarak gözlenmiştir. Dayanıklı bitkilerden 175 adedi moleküler testlemeye alınarak *Pvr4* geni için PCR ve kesim optimizasyon çalışmaları yapılmış ve 23 adedinin hassas, 152 tanesinin de heterozigot dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Moleküler testleme sonucu dayanıklı çıkan bitki sayısının mekanik inokulasyon ile testleme sonucu dayanıklı çıkan bitkiye oranı %87'dir (Çizelge 2).

Çalışmada, mekanik inokulasyon ile testleme sonucu dayanıklı bitki sayısının moleküler testleme sonucu arasında tüm geri melez aşamasında ortalama %85'lik bir uyum söz konusu iken aralarında %15'lik bir fark görülmüştür. Çalışmamızda kullandığımız Caranta vd. (1999) CAPS markırının, *Pvr4* genine yaklaşık olarak 2.1 cM mesafede olduğunu belirtmiştir. Fakat açıkça görülmektedir ki markır-gen arasında geriye melezleme popülasyonlarında %13-%18 arasında (13-18 cM) rekombinasyon gözlenmiştir. Mekanik inokulasyon ile testleme ile moleküler testleme sonuçları arasında ortaya çıkan farkın CAPS markırı ile gen arasındaki linkajın kırıldığını göstermektedir. Çalışma sonucunda moleküler markırla yapılan

seleksiyonların mutlaka mekanik inokulasyon testlemesi de yapılarak materyal seçiminin buna göre yapılması kanısına varılmıştır.



Şekil 4. CSO-CAPS işaretleyicisinin kullanımıyla elde edilen PCR (a) ve *A₁/NI* kesim enzimi ürününün bant deseni (b). M: 100 bp DNA Ladder

4. SONUÇ

Bu çalışmada; SD8 çeşidinin PVY'ye dayanıklılığını sağlamak amacıyla dayanıklı genotipten *Pvr4* geni aktarılmıştır. Dayanıklılık geninin aktarımı ile birlikte değişen bitki ve meyve özellikleri geriye melezleme çalışmaları ile korunmaya çalışılmaktadır. Yürütülen bu ıslah programı ile ülkemizde geniş ekim alanına sahip SD8 çeşidi kısa sürede PVY'ye dayanıklılık kazandırılmış olarak ülkemiz üreticisinin hizmetine sunulabilecektir. Dayanıklı ebeveyn CM-334 genotipinin aynı zamanda nematod dayanımı için 'N' geni taşıdığı bilinmektedir. Geriye melezleme ile 'N' geninin aktarıldığı hatların tespit edilmesi PVY ve nematod dayanımlı SD8 çeşidi ortaya çıkarma potansiyeli taşımaktadır.

Teşekkür

Bu çalışmada KAMAG-109G029 no'lu projemize mali destek sağlayan TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Arnedo-Andrés, M.S., Gil Ortega, R., Luis Arteaga, M., Hormaza, J.I. 2002. Development of RAPD and SCAR Markers Linked to the Pvr4 Locus for Resistance to PVY in Pepper. *Theoretical and Applied Genetics*, 105:1067–1074.
- Arnedo-Andres, M.S., Arteaga M. L. Ortega R. G., 2006. New Inheritance Studies Related to Potato Virus Y (PVY) Resistance in *Capsicum annum* L. Serrano Criollo de Morelos-334. *Euphytica*, 151:95-101.
- Ben Khalifa M., Simon V., Marrakchi M., Fakhfakh H. Moury, B., 2009. Contribution of Host Plant Resistance and Geographic Distance to the Structure of Potato Virus Y (PVY) Populations In Pepper In Northern Tunisia. *Plant Pathology*. 58: 763–772.
- Caranta, C., Thabuis, A., Palloix, A., 1999. Development of a CAPS Marker for the Pvr4 Locus: A Tool for Pyramiding Potyvirus Resistance Genes in Pepper. *Genome*, 42: 1111–1116
- Çelik, N., Özalp, R., Göçmen, M., 2012. Antalya İlinde Örtüaltı Biber Yetiştiriciliğinde Patates Y Virüsü (PVY) Patotiplerinin Belirlenmesi ve Bazı Biber Çeşitlerinin PVY'ye Karşı Reaksiyonları. *Bitki Koruma Bülteni*, 52(3):235-246.
- Dogimont, C. A., Palloix A., Daubeze A.M., Marchoux G., 1996. Genetic Analysis of Broad Spectrum Resistance to Potyviruses Using Doubled Haploid Lines of Pepper (*Capsicum annum* L). *Euphytica*, 88 (3): 231-239.
- Doyle, J. J., Doyle, J. L., 1990. A Rapid Total DNA Preparation Procedure for Fresh Plant Tissue. *Focus* 12:13-15.
- Ekbiç, E., Abak K., Yılmaz, M. A., 1997. A New PVY Pathotype on Pepper Along Mediterranean Coastal Area of Turkey. *Proc.10th Cong, Medit. Phytopath. Union*, Montpellier, 1-5 June. 187-189.
- Ekbiç, E. 1998. Biberlerde Patates Y Virüsüne (PVY) Dayanıklılık Özelliği için Bulk segregant Analizi Tekniği (BSA) ile RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) Marker'larının Araştırılması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 53 s.
- FAO, 2011. FAOSTAT. Statistic Database. http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/browse/rankings/countries_by_commodity/E Erişim tarihi: 18.11.2013.
- Gilabert, C., Bilotti, G., Requena, M. E., Ezziyyani, M., Vivo-molina, J. M., Candela, M. E., 2008. Pepper Morphological Traits Related with Resistance to *Phytophthora capsici*. *Biologia Plantarum*, 52 (1): 105-109.
- Kim, H. J., Nahm, S. H., Lee, H. R., Yoon, G. B., Kim, K. T., Kang, B. C., Choi, D., Kweon, O.Y., Cho, M. C., Kwon, J. K., Han, J. H., Kim, J. H., Park, M. K., Ahn, J. H., Choi, S. H., Her, N. H., Sung, J. H., Kim, B. D., 2008. BAC-derived Markers Converted from RFLP Linked to *Phytophthora capsici* Resistance in Pepper (*Capsicum annum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*. 118(1):15-27.

- Mc Donald, J.G., Singh, R. P., 1996. Host Range, Symptomology and Serology of Isolates of Potato Virus Y (PVY) that Share Properties with both the PVY-N and PVY-0 Strain Groups. *American Potato Journal*, 73:309-314.
- Palloix, A., Abak K., Gognalons P., Daubeze A. M., Guldur M., Memouchi G., Gebre - Selaissie K., 1994. Virus Diseases Infecting Pepper Crops in TURKEY. *Proceedings of 9th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union*, Kuşadası, Aydın, 1994, 469-472.
- Pegard, A., Brizzard, G., Fazari, A. Soucaze, O. Abad, P., Djian-Caporalino, C. 2005. Histological Characterization of Resistance to Different Root-Knot Nematode Species Related to Phenolics Accumulation in *Capsicum annum*, *Phytopathology*, 95 (2) 158-165.
- Tobais, I., Palkovics L., Sönmez. E., 2001. Partial Chacterization of PVY Occuring on Pepper in Antalya. *XI. Eucarpia Meeting and Genetics of Capsicum and Eggplant*, Antalya-Turkey. p. 324-326
- Yilmaz, M.A., Davis, R. F., 1985. Identification of Viruses Infecting Vegetable Crops along the Mediterranean Sea Cost in Turkey. *Journal of Turkish Phytopathology*, 14(1):1-8.
- Ward, C. W., Shukla, D. D., 1991. Taxonomy of potyviruses: Current Problems and Some Solutions. *Intervirolgy*, 32:269-296.
- Warren, M., Krüger K., Schoeman, A. S., 2005. Potato Virus Y (PVY) and Potato Leaf Roll Virus (PLRV): Literature review for potatoes South Africa. Department of Zoology and Entomology, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria. *PVY_PLRV report*, p. 3-16.