



Yabani Çilek Genotiplerinde Külleme Hastalık Etmenine Dayanıklılığın Karakterizasyonu

Özer ÇALIŞ^{1*} Çetin ÇEKİÇ²

¹Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü 60250 Tokat, Türkiye

²Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü 60250 Tokat, Türkiye

*Sorumlu yazar

e-posta: ozer.calis@gop.edu.tr

Geliş Tarihi: 30 Mart 2012

Kabul Tarihi: 15 Mayıs 2012

Özet

Kültür çilekleri Türkiye’de deniz seviyesinden 1500 metre yüksekliğe kadar ticari olarak her yerde üretilmektedir. Tokat Erbaa Gökal yaylasında kültür çilekleri yanında doğal olarak gelişen yabani çilek bitkileri toplanarak morfolojik özellikleri çalışılmaya başlanmıştır. Morfolojik özellikleri farklı olan yabani çilekler üzerinde külleme hastalığı gelişerek, yabani çilek genotiplerinin külleme hastalığına farklı reaksiyonlar gösterdiği bulunmuştur. Külleme hastalık etmeni izole edilerek sağlıklı olarak yetiştirilen yabani çilek genotiplerine yeniden inokule edilerek patojenisite testleri gerçekleştirilmiştir. Klasik mikroskop teknikleri ve moleküler yöntemlerle yapılan çalışmalarda yabani çilek bitkilerinde gelişen külleme hastalık etmeninin *Podosphaera aphanis* var. *Aphanis* Braun & Takamatsu olduğu belirlenmiştir. Patojenisite testleri sonucunda dişi kısır 2 yabani çilek genotipinin sırasıyla çok hassas ve orta hassas olduğu bulunurken, diğer 2 genotip küllemeye çok dayanıklı bulunmuştur. Küllemeye çok hassas bitkiler polen donör olarak dayanıklı yabani genotiplerle melezlemeler yapılmış fakat melezlemelerden tohumlar elde edilememiştir. Buradan steril yabani çilek genotipleri ile hassaslık arasında direkt bir ilişki olduğu orta çıkmaktadır. Dayanıklı olan yabani çileklerdeki genetik dayanıklılık ıslah ve moleküler yöntemlerle başta kültür çilekleri olmak üzere, diğer üzümü meyvelere aktarılabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Yabani çilek, külleme, *Podosphaera aphanis* var. *aphanis*

Characterization of Resistance to Powdery Mildew in Woodland Strawberry Genotypes

Abstract

Strawberry cultivars grow economical purposes from sea level to 1500 meter altitude all over Turkey. Economically important strawberry cultivars have been produced in highland places of Gökal, at Erbaa, Tokat where naturally growing wild strawberries were obtained and collected to understand their morphological features. The morphologically different wild strawberries have had powdery mildew and the wild strawberries gave different phenotypic reactions to the fungal pathogen. The isolated powdery mildew was described as *Podosphaera aphanis*. var *aphanis* Braun & Takamatsu with using classic microscopy techniques and molecular methods. Pathogenicity tests revealed that the susceptible 2 strawberry genotypes were female sterile and other 2 wild strawberry genotypes were resistant to the powdery mildew pathogen. Crosses have been constructed using female sterile wild strawberries as pollen donors to resistant genotypes. Hybridizations did not produce any seeds. The results encourage that there is a close interactions between sterility and powdery mildew resistance in the wild strawberries. Further genetics studies will enable to transfer resistance for susceptible strawberry cultivars and other berries using resistance breeding and molecular techniques.

Key Words: Wild strawberry, powdery mildew disease, *Podosphaera aphanis* var. *aphanis*

GİRİŞ

Kendilerine özgü nefis aromaları ve zengin vitamin içerikleri nedeniyle üzümü meyveler içerisinde en önemli yeri tutan çilek (*Fragaria* sp.), Rosaceae familyasından olup, *Fragaria* cinsi içinde bulunmaktadır. Çilek üretimi dünyada üzümü meyveler içerisinde en önemli yeri tutmaktadır. Çok geniş ekolojik koşullarda yetişebilmesi, hoş kokusu, lezzeti ve güzel görünümüyle dikkat çekmekte ve herkes

tarafından tüketildiği gibi işlenerek ya da dondurularak kullanılan ve gün geçtikçe aranan bir meyve olması nedeniyle son yıllarda geniş bir tüketici kitlesine hitap eder olmuştur [1, 2].

Yabani çilek (*Fragaria vesca*) formları koku ve lezzet açısından üstün olmaları nedeniyle, son yıllarda, artan bir taleple karşı karşıyadır. Ancak yabani çilekler verimlerinin düşük olması üreticiler tarafından yeterince

ilgi görmemelerine neden olmaktadır. Yabani çilekler doğada hayatını kolayca sürdürmekte olup, binlerce yıllık evrim içinde kendilerini doğaya adapte ederek günümüze kadar gelmiştir. Asya, Avrupa ve Amerika'da doğal olarak hayatını devam ettiren bu yabani çilekler Türkiye'de Karadeniz, Marmara ve Akdeniz bölgesinde yaygındır. Genellikle, tüylü bitkiler olup ormanlarda, açık arazilerde, orman kenarlarında, yol kenarlarında ve ırmak kenarlarında çokça bulunurlar. Bu nedenle 'orman çileği' denilmektedir. Yabani çilekler 15 cm boya erişebilirler. Yaprakları üç tane yaprakçıktan oluşur. Her bir yaprakçık 2.5-4 cm uzunluğunda, ucunda diş benzer girinti ve çıkıntılar bulunur. Yaprak ayaları kılıddır. Çilek gibi kılı olan yabani bitkiler stolonlara sahiptirler. Bu stolonlar bitkinin gövdesinden çıkıp toprak yüzeyine paralel olarak büyümektedirler. Bu stolonlar sonra yeni yabani çilek bitkilerini oluşturmaktadırlar. Orman çilekleri buldukları yüksekliğe bağlı olarak Nisan'dan Haziran ayına kadar çiçek açarlar. Çiçekleri 1.5-2 cm genişliğinde beş beyaz patelden oluşur. Bitkilerin patelleri konik şekilli çiçek parçalarına tutturulmuştur. Bu çiçek parçaları başlangıçta sarı olup daha sonra büyüyüp kalınlaşarak kırmızılaşmaktadır [1, 2].

Yabani çilekler ($2x=2n=14$) kültür çilek çeşitlerine ($8x=2n=56$) göre genetik ve moleküler çalışmalara daha uygun model bitkilerdir. Yabani çilekler hızlı gelişmeleri, çok sayıda tohum oluşturmaları ve üretiminlerinin ucuz olması nedeniyle tercih edilmektedirler. Yabani çileğin kolayca kültüre alınması, sahip olduğu küçük genom yapısı ve doğada çok sayıda ekotiplerinin bulunması nedeniyle genetik, moleküler ve biyoteknolojik çalışmalar için uygun bir bitkidir. Orman çilekleri içinde buldukları diğer Rosaceae familyası bitkilerle ortak gen dizinlerine sahip olup genlerin fonksiyonlarının aydınlatılması için ideal bir bitkidir [3, 4].

Erbaa ilçesi, özellikle Gökal beldesi konum olarak Tokat'ın kıyı Karadeniz bölgesine en yakın noktalarından birisidir. İklimsel olarak tipik yağışlı Karadeniz özelliğine sahip bu yörede çok miktarda fındık ve çilek üretimi yapılmaktadır. Burada yapılan incelemelerde Gökal beldesinde çok sayıda yabani çilek çeşidinin varlığı gözlemlenmiştir. Bu yöreden alınan yabani çilekler laboratuvara getirilerek kültüre alınmış, morfolojik, fenotipik ve agronomik özellikleri belirlenmiştir. Toplanan yabani çilek genotipleriyle birlikte gelen külleme hastalık etmeni kısa bir süre sonra yabani çileklerde dayanıklı ve hassas bitki reaksiyonlarının oluşmasına sebep olmuştur. Yabani çilekler üzerinde gelişen külleme etmenin tanımlanması için klasik mikroskopi ve moleküler yöntemler kullanılmakta olup yapılan patojenisite testleriyle yabani çileklerin bu külleme hastalık etmenine karşı reaksiyonları karakterize edilmeye başlanmıştır. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışmalar makalede sunularak yabani çileklerin önemi, bitkiler üzerinde gelişen külleme etmeni tanımlanarak konukçu çilek ile külleme patojeni arasındaki ilişkiler aydınlatılmaya çalışılmıştır.

beğenilerek tüketilmektedir. Çilek birçok meyve türünün henüz pazara sürülmediği aylarda pazarda bulunabilmesi, albenisi ve C vitamini içeriğinin yüksek oluşu, bu meyvenin son derece bilinçli hareket eden tüketicilere sahip ABD, Kanada, Japonya ve Avrupa pazarlarında çok tutulmasına ve yüksek fiyatlarla satılmasına neden olmaktadır. Lezzetli, vitamin ve mineral maddelerce zengin çilek taze

MATERYAL VE YÖNTEM

Yabani çilek genotiplerinin toplanması

Yabani çilek genotipleri 36°30'0" Doğu (E) - 36°39'0" E boylamları ile 40°45'0" Kuzey (N) - 40°56'0" N enlemleri arasında bulunan Gökal beldesinin 1083-1278 metre (m) yüksekliklerinden toplanmıştır. Yabani çilek genotiplerinden bir tanesi İtalya İspira'da bulunan Avrupa Komisyonu Ortak Araştırma Merkezinden toplanmıştır. Toplanan yabani çilek genotipleri 1 volüm toprak: 1 volüm yanmış çitlik gübresi karışımı içeren saksılar içine dikilmiştir. Saksılara dikilen yabani çilek genotipleri önce 24 saat (h) 4°C bulunan soğuk hava deposunda bekletildikten sonra 16 h gündüz, 8 h gece ve 22±4°C sıcaklığa sahip cam sera ve iklimlendirme odasına yerleştirilmiştir.

Külleme hastalık etmenin izolasyonu

Erbaa ilçesi Gökal beldesinden toplanan yabani çilek genotiplerinin sera ortamında yetiştirilmesiyle birlikte külleme hastalık etmeni yabani çilekler üzerinde gelişmeye başlamıştır. Sera ortamında gelişen yabani çileklerden alınan yeni stolonlar yeni saksılara dikilerek fungusite uygulanmıştır. Hastalık bulunmayan yabani çilekler yukarıda belirtilen şartlara sahip iklimlendirme odasına yerleştirilmiştir. İklimlendirme odasında üretilen bu sağlıklı yabani çilek bitkilerine suni külleme inokulasyonları yapılmıştır. Külleme ile kaplı yabani çilek yaprakları sağlıklı çilek yapraklarının yaklaşık 5-10 cm üzerinde tutularak külleme sporları bir samur fırça yardımıyla yapraktan süpürülerek homojen bir şekilde inokulasyon yapılmıştır. İzole edilen bu külleme hastalık etmenine Gaziosmanpaşa Üniversitesi 1 (GOU1) adı verilmiştir.

Boyama ve mikroskopi çalışmaları





Külleme hastalık etmenin bitki yaprakları üzerindeki gelişimi Nikon faz kontrast mikroskop ve bu mikroskoba entegre edilen edilenepifluorasan filtre (B-2A) kullanılarak incelenmiştir. Yapraklar üzerindeki külleme fluorasan boya 3',3dihexyloxycarbocyanin iodide (DIOC6) kullanılarak Duckett ve Read [5]'de belirtildiği gibi mikroskopta araştırılmıştır. Yapraklarda gerçekleşen hücre ölümlerini ve külleme sporlarının gelişimi trypanblue boyama ile yapılmıştır. Yapraklarda bulunan klorofil kaynayan saf etil alkol ile uzaklaştırıldıktan sonra 125 µg ml⁻¹ trypanblue 1 volüm laktik asit: 1 volümglycerol: 1 volüm su içeren solüsyon içerisine alınarak mikroskopta ölü hücre bitki ve külleme dokuları görüntülenmiştir.

DNA ekstraksiyonu ve moleküler analizler

Külleme sporları ve mycelleri yapraklar üzerinden samur fırça ile toplandıktan sonra eppendorf tüplere konarak -80°C derin dondurucuda muhafazaya alınmıştır. Külleme sporları ve mycellerinden DNA ekstraksiyonu Fermentas DNA ekstraksiyonu kiti ile yapılmış üretici firmanın belirttiği adımlar takip edilmiştir. Elde edilen DNA 20 µg dsH₂O içinde çözülmüştür. DNA konsantrasyonu için 2 µl DNA ile birlikte 5 µg loading boyası ve 8 µg dsH₂O karıştırılarak, %1.5'lük TBA jelde moleküler markörlerle birlikte koşturularak bulunmuştur. Külleme genomunda 18S ve 26S ribozomlar arasında kalan ITS1, 5.8S ribozom ve ITS2 bölgelerini içeren, her bir külleme için spesifik olan 950 baz çifti (bç) büyüklüğündeki DNA parçasını bulabilmek için NS7 (5'-GAGGCAATAACAGGTCTGTGATGC-3') ve ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') primerleri ile polimerase chain reaksiyonları (PCR) Maniatis et al. [6] belirtildiği gibi gerçekleştirilmiştir. Külleme DNA'sı, NS7 ve ITS4 primerleri IONTEK (İstanbul, Türkiye) firmasına gönderilerek DNA dizilemesi yaptırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA**Genotiplerin fenotipik reaksiyonları**

Çalışmada kullanılan 4 yabancı çilek genotipinin patojenitesi testleri sonucunda fenotipik olarak 3 farklı reaksiyon oluşturduğu bulunmuştur (Şekil 1). Genotip 1 külleme hastalık etmenine çok hassas olup, yaprak altında, yaprak üstünde ve yaprak saplarında külleme spor ve miselleri yoğun olarak bulunmaktadır (Şekil 1). Genotip 2 yaprakların üst kısımlarında, yaprak altlarında daha az külleme spor ve miselleri bulunmakta, fakat diğer sap ve yeşil aksamda külleme gelişimi olmamaktadır (Şekil 1). Genotip 3 ve 4 yapraklarında her hangi bir külleme spor ve misel gelişimi olmamakta, bitkiler mikroskopla incelendiğinde kesinlikle genotip 3 ve 4 yabancı çileklerinde külleme gelişimi görülmemektedir (Şekil 1). Küllemeye dayanıklı genotip 3 ve 4 meyve oluştururken, genotip 1 ve 2 meyve oluşturmamaktadır. Genotip 1 ve 2'nin çiçekleri ışık mikroskopunda incelendiğinde bu bitkilerin dişi organa sahip olmadığı dolayısıyla dişi kısır olduğu bulunmuştur.

Bitki Genotipi	Bitkilerin külleme ile inokulasyonundan sonraki fenotipi		
	Çok hassas	Orta hassas	Çok dayanıklı
Genotip 1		-	-
Genotip 2	-		-
Genotip 3	-	-	
Genotip 4	-	-	

Şekil 1. Külleme hastalık etmeni ile inokule edilen yabancı çilek genotiplerinin inokulasyondan 30 gün sonraki durumları

GOU1:	358	CATTACTGAGCGGAAGCCACGCAGGACGCTTGTCCCGCGGGCTGACCCTCCACCCGTG	417
P.ap:	1	CATTACTGAGCGGAAGCCACGCAGGACGCTTGTCCCGCGGGCTGACCCTCCACCCGTG	60
Sp.p.:	52	CATTATTGAGCGGAAGCCACGCAGGACGCTTGTCCCGCGGGCTGACCCTCCACCCGTG	111
Er.c.:	379	CATTACAGAGCGTGA-GACTCGGCCCGGCG-T-GTCCCGCGTGTGAGTC-GACCCTCC	438
GOU1:	418	TGAACTGATTTTGTGCTTTGGCGGGCCGGGCTCGACCTACCGGCTTCGGCTGGGGAGTG	477
P.ap:	61	TGAACTGATTTTGTGCTTTGGCGGGCCGGGCTCGACCTACCGGCTTCGGCTGGGGAGTG	120
Sp.p.:	112	TGAACTGAATTTTGTGCTTTGGCGGGCCGGGCTCGACCTACCGGCTTCGGCTGGGGAGTG	171
Er.c.:	439	ACCCGTGTTGA-CTTTATCT-GTTGCTTTGGCGGACCAGGTGCCTGGCG-CCGACCGGT	498
GOU1:	478	CCCGCCAGAGAAGCCCCAACTCGTGCAGTTAGTGCAGTCTGAGAAAAATTTAATAAGTAA	537
P.ap:	121	CCCGCCAGAGAAGCCCCAACTCGTGCAGTTAGTGCAGTCTGAGAAAAATTTAATAAGTAA	180
Sp.p.:	172	CCCGCCAGAGAAGCCCCAACTCGTGCAGTTAGTGCAGTCTGAGAAAAATTTAATAAGTAA	231
Er.c.:	499	TCCGCCAA AGAC-CCAACTAACTCGTGTGTGTC-GTGTAGTCTGAGGAAGAAATATTGA	572
GOU1:	538	AACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATA	597
P.ap:	181	AACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATA	240
Sp.p.:	232	AACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATA	291
Er.c.:	573	AACTTTCAACAACGGATCTCTTGGCTCTGGCATCGATGAAGAACGCAGCGAAATGCGATA	632
GOU1:	598	AGTAATGTGAATTGCAGAATTTAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCC	657
P.ap:	241	AGTAATGTGAATTGCAGAATTTAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCC	300
Sp.p.:	292	AGTAATGTGAATTGCAGAATTTAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCC	351
Er.c.:	633	AGTAATGTGAATTGCAGAATTTAGTGAATCATCGAATCTTTGAACGCACATTGCGCCCC	692
GOU1:	658	CGGTATTCCGAGGGACATGCCTGTTTCGAGCGTCAGAACATCCTCTCAAGCCTGGCTTGGT	717
P.ap:	301	CGGTATTCCGAGGGACATGCCTGTTTCGAGCGTCAGAACATCCTCTCAAGCCTGGCTTGGT	360
Sp.p.:	352	CGGTATTCCGAGGGACATGCCTGTTTCGAGCGTCAGAACATCCTCTCAAGCCTGGCTTGGT	411
Er.c.:	693	TGGTATTCCGAGGGACATGCCTGTTTCGAGCGTC-GTCACACCCTCAAGCCGCGCGTG	751
GOU1:	718	CTTGGGGCGCGCCGGCTCGGCGTCCCCTAAACAGAGTGGCGGTACCGTTGTGCTCTCCGC	777
P.ap:	361	CTTGGGGCGCGCCGGCTCGGCGTCCCCTAAACAGAGTGGCGGTACCGTTGTGCTCTCCGC	420
Sp.p.:	412	CTTGGGGCGCGCCGGCTCGGCGTCCCCTAAACAGAGTGGCGGTACCGTTGTGCTCTCCGC	471
Er.c.:	752	TGTGTGGCTTGGTGTGGGGCTCGTCCG--TCGGGGCGCCCTAAAGACAGTGGCGGTGC	809
GOU1:	778	GAAGTCACGTATCTCGCGACAGAATGGCGATGGGACCTGCCAAAACCCACCTATTT	833
P.ap:	421	GTAGTCACGTATCTCGCGACAGAGTGGCGATGGGACCTGCCAAAACCCACCTATTT	476
Sp.p.:	472	GTAGTCACGTATCTCGCGACAGAGTGGCGACGGGACCTGCCAAAACCCACCTATTT	527
Er.c.:	810	CGTTGTGGTCTCTACGCGTAGT-ACG-ATTCTCGCGACAGA	848

Şekil 2. Yabani çilek küleme hastalık etmeni (GOU1) ITS1, 5.8S ribozomal ve ITS2 DNA bölgeleri sıralamasının National Center for Biotechnology Information (NCBI) sistemindeki *Podospaeraaphanis* var. *aphanis* DNA'sı ile birebir eşleşmesi. Yabani çilek külemesi GOU1 ITS bölgelerinin diğer küleme etmenleri *Sphaerothecafugax* (Sp.p) ve *Erysiphecichoracearum* (Er.c) ile olan DNA karşılaştırmaları

Küleme hastalık etmenin tanısı

Işık mikroskobu altında incelenen enfekteli yabani çilek yaprakları üzerinde konidia zincirlerinin olduğu bulunmuştur. Konidiosporlar oval olup hyaline sahiptir. Konidio sporlar 22.0 ile 35.0 µm yüksekliğinde ve 17 ile 23.0 µm genişliğinde olduğu ölçülmüştür. Konidialar fibrosin yapılarına sahiptir. Bu morfolojik özellikler küleme hastalık etmeninin *Podospaera aphanis* (Wallr.) U. Braun & S. Takamatsu var. *aphanis* [7] olduğunu göstermektedir.

Küleme hastalık etmenin moleküler tanısı için ribozom alt üniteleri arasında kalan ITS1, 5.8S ribozom ve ITS2 bölgelerini içeren DNA parçası PCR ile çoğaltılmıştır. Elde edilen 950 bp. büyüklüğündeki

ürünün DNA dizilemesi yapılmıştır. Her bir küleme irkına hatta irkin patolojik varyatesine özgü olan bu ITS1, 5.8S ve ITS2 bölgelerinin DNA dizileri National Center for Biotechnology Information (NCBI: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) sisteminde araştırıldığında küleme hastalık etmeninin (GOU1) DNA sıralaması %100 olarak sistemde bulunan *Podospaera aphanis* var. *aphanis* DNA sıralaması ile eşleştiği bulunmuştur (Şekil 2). NCBI sisteminde yabani çilek külemesi (GOU1) etmenine çok yakın bulunan *Sphaerothecafugax* (Sp.p: length 523 (492/502)) ve *Erysiphecichoracearum* (Er.c: length 950 (723/821)) küleme etmenleri ile olan DNA karşılaştırmaları çıkarılmıştır (Şekil 2).

Kısırlık ile dayanıklılık ilişkisi

Çalışmada *Podosphaera aphanis* var. *aphanis* küllemesine dayanıklı bulunan genotip 3 ve 4 yabancı çilekleri fertil olup her hangi bir kısırlık (infertility) bulunmamaktadır. Bu genotipteki bitkiler normal olarak çiçek açıp bu çiçeklerden çilek meyveleri oluşmaktadır. Fakat GOU1 küllemesine hassas olan genotip 1 ve 2 normal olarak çiçek açmakta fakat hiç bir zaman çilek meyvesi oluşturmamaktadır. Genotip 1 ve 2 mikroskop altında incelendiğinde bu bitkilerin çiçekleri içerisinde yumurtalık bulunmadığı, çiçek içerisinde sadece anterlerin bulunduğu görülmüştür. Dolayısıyla dişi kısır (female infertile) olan genotipler 1 ve 2 ile GOU1 külleme hastalık etmenine hassaslık, fertil genotipler 3 ve 4 ile GOU1 külleme hastalık etmenine dayanıklılık arasında pozitif bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Türkiye özellikle karedeniz bölgesi yabancı çilek genotiplerinin çok bulunduğu bir bölgedir. Tokat ilini kıyı karadeniz bölgesine yakın alanları tipik karadeniz iklimini göstermektedir. Bu alanlardan toplanan yabancı çilekler genotip olarak varyasyonlar göstermektedir. Nitekim toplanan yabancı çileklerle birlikte gelen külleme hastalık etmeni yabancı çilekler üzerinde hassas, orta hassas ve dayanıklı fenotiplerin ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Külleme hastalık etmeni mikroskopik ve moleküler analizlerle tanımlanarak hastalık etmenin *Podosphaera aphanis* var. *aphanis* olduğu bu çalışma ile ortaya konmuştur. Fertil yabancı çilek genotipleri külleme hastalık etmenin gelişimin engellerken dişi kısır olan yabancı çilek genotipleri külleme hastalık etmenin gelişimini teşvik etmektedir. Bu sonuçlar dişi kısırlık ile hastalık etmeni fungusun bitki üzerinde gelişimi arasında doğru orantı olduğunu göstermektedir. Burada bulunan sonuçlar yapılan uluslararası çalışmalarla bire bir paralellik göstermekte olup hem bitkinin polenleri hem de fungusun sporlarının çimlenmesi için bitkide aynı yapısal proteinlerin bulunması gerektiğini ortaya koymuştur [8]. Transmembran yapısında olan bu proteinlerle birlikte reseptör benzeri kinase (Fer) proteinin polen tübünün ve arpa külleme sporunun çimlenmesi için gerekli olduğu ortaya konmuştur [8, 9]. Dişi kısır olan genotip 1 ve 2'nin polenleri emasküle edilen genotip 3 bitkilerinin çiçekleri üzerine bırakıldığında dölleme ve meyve üretimi gerçekleşmemiştir. Bu sonuçlar dişi kısır yabancı çilek bitkileri ile külleme hassaslık arasındaki ilişkiyi pekiştirmektedir.

Yapılacak moleküler çalışmalar kısırlık ile külleme hassaslık arasındaki ilişkileri detaylarıyla birlikte ortaya koyacak, yabancı çileklerde külleme hastalık etmenine dayanıklılığın daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır.

Teşekkür

Yazarlar bu çalışma esnasında morfolojik olarak külleme etmenini teşhis eden Doç. Dr. Soner SOYLU ve çalışma sırasında yardımlarını esirgemeyen bitki koruma son sınıf öğrencisi Deniz KARABULUT'a teşekkürlerini borç bilmektedirler.

KAYNAKLAR

- [1] Kaska, N., 2002. Present and future projection of strawberry production in Turkey. *Acta Hort.* 567(2):539-541.
- [2] Staudt, G., 2009. Strawberry biogeography, genetics and systematics. *Acta Hort.* 482:71-83.
- [3] Oosumi, T. et al., 2006. High-efficiency transformation of the diploid strawberry (*Fragaria vesca*) for functional genomics. *Planta* 223, 1219-1230.
- [4] Shulaev, V., D. J. Sargent, R. N. Crowhurst, T. C. Mockler, O. Folkerts, A. L. Delcher, P. Jaiswal, 2011. The genome of woodland strawberry (*Fragaria vesca*). *Nature Genetics* 43:109-116.
- [5] Duckett J. G. and D. J. Read, 1991. The use of the fluorescent dye 3,3'-dihydroxyloxycarbocyanin iodide for selective staining of ascomycete fungi associated with liverwort rhizoids and ericoid mycorrhizal roots. *New Phytol* 118:259-272.
- [6] Maniatis T, Fritsch E. F. and J. Sambrook, 1989. *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.
- [7] Braun, U., S. Takamatsu, 2000. Phylogeny of *Erysiphe*, *Microsphaera*, *Uncinula* (Erysipheae) and *Cystotheca*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca* (Cystothecaceae) inferred from rDNA ITS sequences, some taxonomic consequences. *Schlechtendalia* 4:1-33.
- [8] Govers, F. and G. C. Angenent, 2010. Fertility goddesses as trojan horses. *Science* 330:922-923.
- [9] Kessler, S. A., H. Shimosato-Asano, N. F. Keinath, S. E. Wuest, G. Ingram, R. Panstruga, U. Grossniklaus, 2010. Conserved molecular components for pollen tube reception and fungal invasion. *Science* 330:968-971.