

Külleleme dayanıklılıkta kavun genotipleri arasında genetik varyasyon

Abdullah ÜNLÜ¹

¹ Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: abduallah.unlu@tarimorman.gov.tr

ORCID: 0000-0002-6294-6032

Makale Bilgisi/Article Info
Derim, 2020/37(1):57-63
doi: 10.16882/derim.2020.721922

Araştırma Makalesi/Research Article
Geliş Tarihi/Received: 17.04.2020
Kabul Tarihi/Accepted: 25.05.2020



Öz

Podosphaera xanthii'nin neden olduğu külleme hastalığı kavunda önemli ekonomik verim kayıplarına yol açmaktadır. Hastalık Türkiye dışında Asya, Avrupa ve Amerika'da kavun yetiştirilen tüm alanlarda etkili olmaktadır. Biyolojik ve kimyasal metotlarla kontrol altına alınmaya çalışılsa da tam bir başarı elde edilememektedir. Bu nedenle genetik olarak dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi önemlidir. Hastalık etmeninin bilinen en yaygın olan üç ırkı (ırk 1, 2 ve 5) vardır. Bu çalışmada *P. xanthii*'nin Türkiye'de en yaygın olan 5 nolu ırkına karşı 140 adet kavun genotipi test edilerek dayanıklılıkta genotipik varyasyon araştırılmıştır. Hastalık testlemesi, klasik olarak, iklim kontrollü kompartmanda, bitkiler fide döneminde iken gerçekleştirilmiş, hastalık belirtileri inokülasyonun 5, 10. ve 15. gününde 1-4 skalasına göre değerlendirilmiştir. Deneme iki tekerrürlü olarak kurulmuş ve her tekerrürde 6 bitki test edilmiştir. Külleleme reaksiyon bakımından tüm genotiplerin ortalaması 2.16 bulunmuştur. Test sonuçlarına göre genotipler arasında küllemeye dayanıklılık bakımından önemli varyasyonlar tespit edilmiştir. Test edilen 140 genotipten 76 adedinin küllemeye dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Podosphaera xanthii*; Irk; Patojen; Kavun; Genotip

Genetic variation among melon genotypes in resistance to powdery mildew

Abstract

Podosphaera xanthii, causal agent of powdery mildew disease, leads to significant economic yield losses in the melon. The disease is effective in all melons production areas in Asia, Europe and America outside of Turkey. Although it is said to be taken under control by biological and chemical methods, a complete success cannot be achieved. Therefore, it is important to develop genetically resistant varieties. There are well known and most common three races (races 1, 2 and 5) of the pathogen. In this study, 140 melon genotypes were tested against *P. xanthii* race 5 which is the most common race in Turkey and genotypic variation for disease resistance was investigated. Disease tests was performed by conventionally in the climate-controlled compartment while the plants were in the seedling stage, and the disease symptoms were evaluated on the 5th, 10th, and 15th day of the inoculation according to the 1-4 scale. The experiment was conducted with two replicates, and 6 plants in each replicate. The mean scale value of all the genotypes was found to be 2.16 for powdery mildew reaction. According to the test results, significant variations were identified among the genotypes for resistance to powdery mildew. Seventy six genotypes from the tested 140 genotypes were determined as resistant to powdery mildew.

Keywords: *Podosphaera xanthii*; Race; Pathogene; Melon; Genotype

1. Giriş

Kavunda külleme hastalığına *Golovinomyces orontii* (Castagne) V.P. Heluta (syn. *Erysiphe cichoracearum* D.C.) ve *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (sy n. *Sphaerotheca fuliginea* (Schlech.) Polacci olmak üzere iki farklı obligat fungus türü neden olmaktadır (Agrios, 1988). *Golovinomyces orontii* daha çok yağışlı koşullarda, *P. xanthii* ise daha çok kurak koşullarda görülmeyle birlikte, her iki etmenin de aynı anda bitkiyi enfekte edebildiğini ortaya koyan araştırmalar

da mevcuttur (Blanchard vd., 1994). *Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (Braun ve Cook 2012), kabakgiller (Perez-Garcia vd., 2009), patlıcan (Liu vd., 2015), bamyacı (Choi vd., 2018) gibi sebzelerin yanında karanlık (Tang vd., 2016) ve papaya (Joa vd., 2013) gibi türleri de enfekte edebilmektedir. Ancak, ekonomik anlamda en büyük zararı kabakgillerde yapmaktadır (Perez-Garcia vd., 2009). Kavun yetiştirilen alanlarda hastalığın önemli verim kayıplarına yol açtığı bilinmektedir (Bardin vd., 1997). Avrupa'da (Epinat vd., 1993; Kristkova vd.,

2004; Sowell, 1982; McCreight vd., 1987), Amerika, Afrika Akdeniz kıyılarında (Cohen vd., 2004), Japonya'da (Hosoya vd., 1999), Çin'de (Zhihao vd., 1999) ve Türkiye'de (Bardin vd., 1997; Ünlü vd., 2010) kavunda en yaygın olarak tespit edilen etmen *P. xanthii*'dir. Türkiye kabakgiller familyasında yer alan kavunun hem ikincil gen merkezi içerisinde yer almaktadır hem de dünyada Çin'den sonra ikinci büyük üretici konumundadır (Sarı ve Solmaz, 2005). Dolayısı ile hastalık ciddi ekonomik kayıplara yol açmakla birlikte, hastalığa karşı hassas olan yerel kavun genetik kaynakları açısından da ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Ticari olarak kavun yetiştirilen alanlarda 1925 yılından itibaren bilinen külleme etmeninin dünya genelinde bu güne kadar 28 fizyolojik ırkı belirlenmiştir (McCreight, 2006; Hong vd., 2018). Patojenin Amerika, Afrika, Avrupa ve Akdeniz sahil kuşağında yer alan ülkelerde kavun yetiştirilen alanlarda 8 ırkının, Japonya'da kavun yetiştirilen sera alanlarında ise 4 yeni ırkının mevcut olduğu rapor edilmiştir (Cohen vd., 2004). Türkiye'de ise *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkının yaygın olduğu tespit edilmiştir (Ünlü vd., 2010). Hastalık etmeni bitkileri sıcak ve kuru havalarda enfekte etmektedir (Robinson ve Decker-Walters, 1997). Belirtiler beyazımsı, pudra benzeri ve hem yaprak yüzeyi hem de yaprak sapı ve gövde üzerinde, nadiren de meyvede tozlu fungal gelişimi şeklinde karakterize edilir (Zitter vd., 1996). İlerleyen aşamalarda yaprakların kahverengileşmesine ve ölümüne sebep olmaktadır (Robinson ve Decker-Walters, 1997). Hastalığın kontrolü için kültürel, biyolojik ve kimyasal olmak üzere çeşitli metotlar denenmektedir.

Podosphaera xanthii'nin koloni gelişimi ve konidifor oluşumunu kısıtlamak için LED ışık uygulamasında dikkate değer sonuçlar elde edilmekle birlikte (Suzuki vd., 2018), bu yöntem ekonomik olarak tüm yetiştiricilik alanlarında uygulanabilir değildir. Kabaklarda yapılan bir çalışmada *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* ve *Trichoderma harzianum*'un hastalığın şiddetini azalttığı tespit edilmiş, ancak etmen tamamen ortadan kaldırılamamıştır (Hafez vd., 2018). Ayrıca kurşuni küf üzerinde etkisi olduğu belirtilen epifitik maya *Pseudozyma aphidis*'in L12 suşu hıyar bitkisinde külleme etmenine karşı denenmiş, mikoparazitlenme yolu ile etkili olan bu maya ile hastalığı kontrol etmede başarı sağlanabileceği bildirilmiştir (Gafni vd.,

2015). Ancak bu çalışma sonucu henüz pratikte kullanılabilecek bir ürüne dönüştürülmemiştir.

Kültürel tedbirler ve biyolojik kontrol çabalarının çok geniş ekim alanına sahip kavun türünde hastalıkla mücadele de tam bir başarı getirememesi, kimyasal kullanımının artmasına neden olmaktadır. Kabakgillerde külleme karşı uzun yıllar kullanılan bazı fungusitlerin etkisinin azaldığı, patojenin direnç kazandığı bilinmektedir (McGrath, 2001; Altın vd., 2018). Sürekli aynı kimyasalların kullanımı patojenlerin fungusitlere olan direncin gelişmesinde önemli rol oynamakta ve patojenin kontrolünde başarısızlığa neden olmaktadır (McGrath, 2015). Hastalıkla mücadelede kullanılan kimyasallar, çevre ve insan sağlığına olumsuz etkiler yaratmanın yanında, pahalıya da mal olmaktadır. Ayrıca, yapılan kimyasal uygulamalar meyvelerin dış yüzeyinde hasara yol açabilmekte, bu durum ürünün kalitesini olumsuz etkilemektedir (Hosoya, 1999; Perez-Garcia vd., 2009). Genetik olarak dayanıklı çeşitlerin kullanılması kimyasal kontrol çabısından daha önemlidir (McGrath, 2015). Ancak mevcut ticari çeşitlerin hastalığa karşı dayanım düzeyleri oldukça düşüktür. Bu nedenle hastalığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yoğunlaştırılması gerekmektedir.

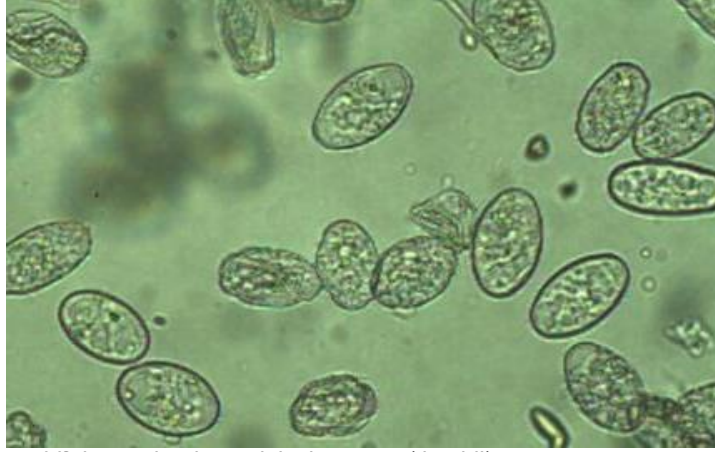
Bu çalışmada, küllemeye dayanıklılık ıslahı programları için potansiyel değere sahip bazı kavun genotipleri *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilerek, dayanımları açısından genetik varyasyonları araştırılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

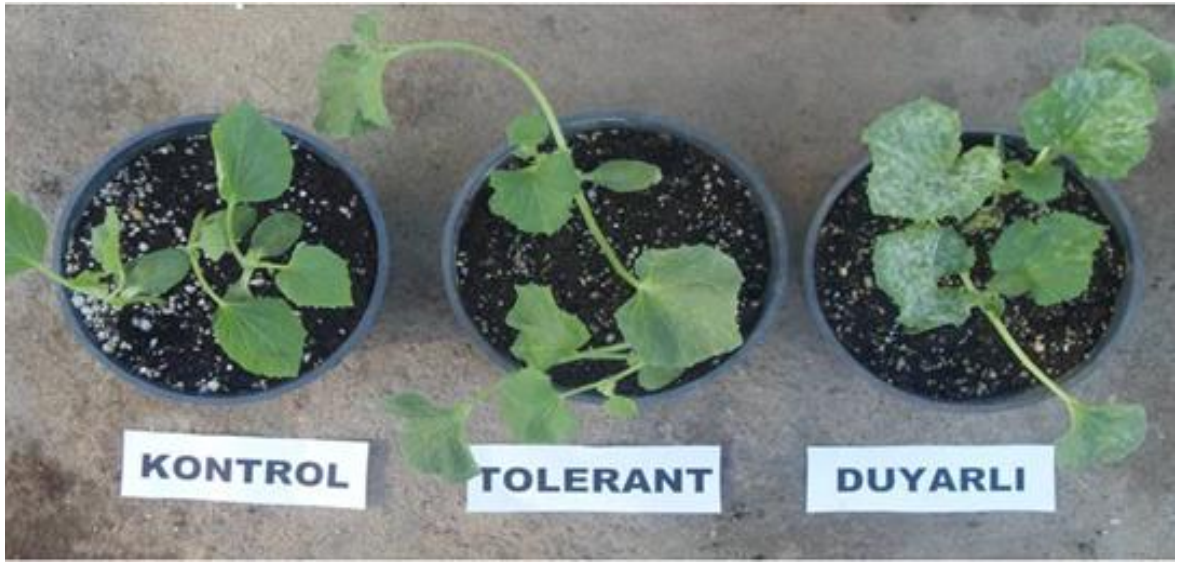
2.1. Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak toplam 140 adet kavun genotipi kullanılmıştır. Bu materyaller *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkına dayanıklı PI414723 ve PMR6 genotipleri, hastalığa karşı hassas olduğu bilinen Çumra ticari kavun çeşidi ve küllemeye hassas hat TF37 ile dayanıklı genotip PMR6'nın melezlemesinden geliştirilen 136 adet ıslah hattından oluşmaktadır.

Hastalık materyali olarak, daha önceki yapılan çalışmalarda Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (BATEM) Sebzeçilik ve Süs Bitkileri Bölümü'nde kavun yetiştiriciliği



Şekil 1. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına ait izolatin spor(konidi) görüntüsü



Şekil 2. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına ait izolatla inoküle edilen kavun genotipinin aldığı skor değerine göre gözlemin 15. gününde sınıflandırılması

yapılan seralardan toplanan ve ırk ayırıcı çeşitlerle test edilerek ırkı belirlenmiş olan *P. xanthii*'nin 5 nolu ırkına ait izolat kullanılmıştır (Ünlü vd., 2010). İzolatin spor (konidi) şekline ait görüntü Şekil 1'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

Genotiplerin külemeye karşı reaksiyonlarının belirlenmesinde Ünlü ve Ünlü (2012) tarafından geliştirilen klasik test metodu uygulanmıştır. 1-2 gerçek yaprak aşamasına kadar viyollerde yetiştirilen fideler 180×165 mm boyutlarında torf:perlit karışımından saksılara şaşırtılmıştır.

Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre ve her tekrerde her bir genotipten 6'şar adet bitki olacak şekilde iki tekrarlamalı olarak

yapılmıştır. Küleme sporları bitkilere 3-4 gerçek yapraklı aşamada iken inoküle edilmiştir. Inokülasyon 5×10^6 spor ml⁻¹ yoğunluktaki sıvı süspansiyonun yaprakların üst kısımlarına gelecek biçimde sprej şeklinde püskürtülmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Test edilen bitkiler ortalama 26°C sıcaklık ve %60 nem içeren kompartımanda inkübasyona bırakılmıştır. Değerlendirmeler testlemenin 5, 10. ve 15. gününde Yuste-Lisbona vd. (2010)'nin kullanmış olduğu 1-4 skalasına (1: sporulasyon yok, 2: zayıf sporulasyon, 3: orta sporulasyon ve 4: yoğun sporulasyon) göre yapılmıştır. Spor yoğunlukları thoma lamı ile hemositometrik metot kullanılarak tayin edilmiş, buna göre, skala değeri 1 ve 2 olanlar dayanıklı veya tolerant, 3 ve 4 olanlar ise duyarlı olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 2).

3. Bulgular ve Tartışma

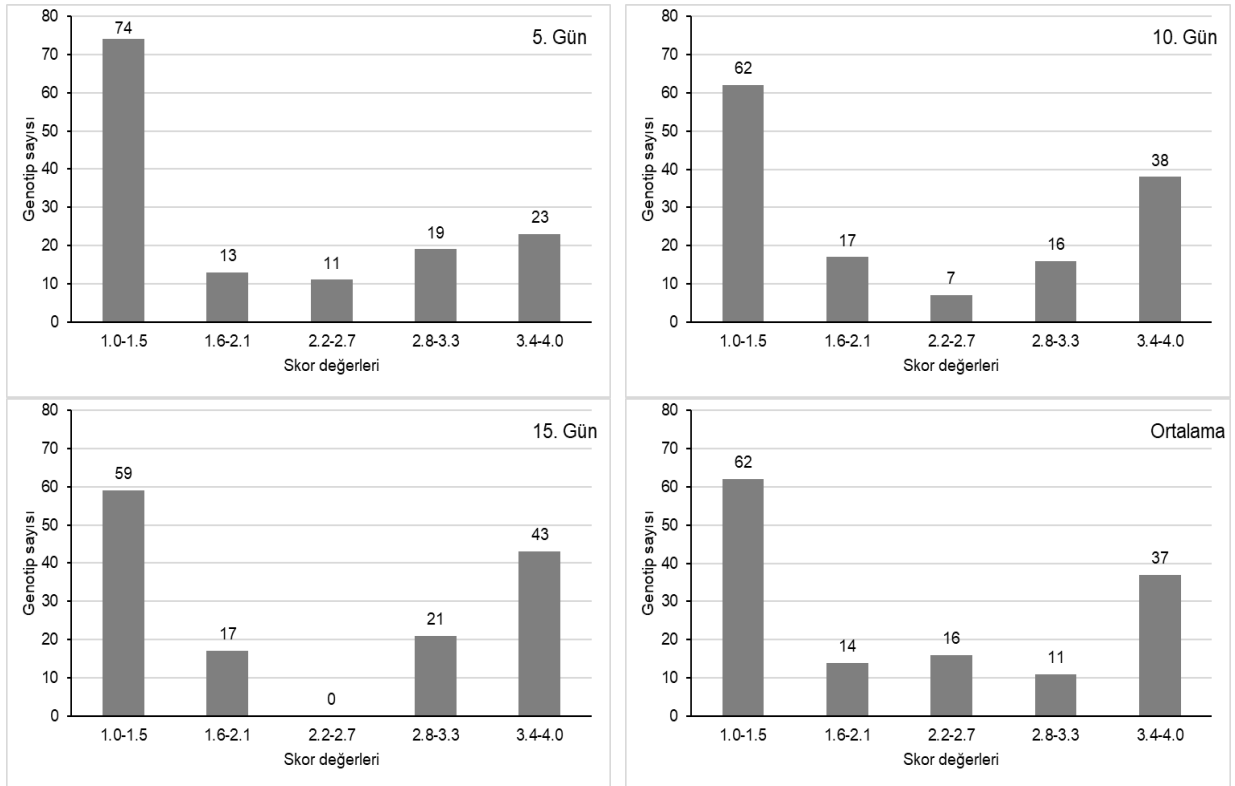
Kavun bitkisinin en önemli hastalıklarından birisi olan küllemenin en yaygın etmeni *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 genotipin göstermiş olduğu reaksiyon inokulasyonu takiben ilerleyen günlerde farklı olmuştur. Tüm genotiplerin değerlendirilmesi ele alındığında inokulasyonun 5., 10. ve 15. günlerinde skala değeri maksimum 4, minimum 1 olarak tespit edilmiştir. Ortalama skala değeri ise 5. gün 1.96, 10. gün 2.19, 15. gün 2.34 olmuştur. Hastalık belirtileri açısından tüm genotiplerin hastalığın gelişiminin izlendiği günlere göre ortalaması ise 2.16 bulunmuştur (Çizelge 1).

Kavun genotiplerinin hastalık belirtilerine göre aldıkları skor değerleri incelendiğinde,

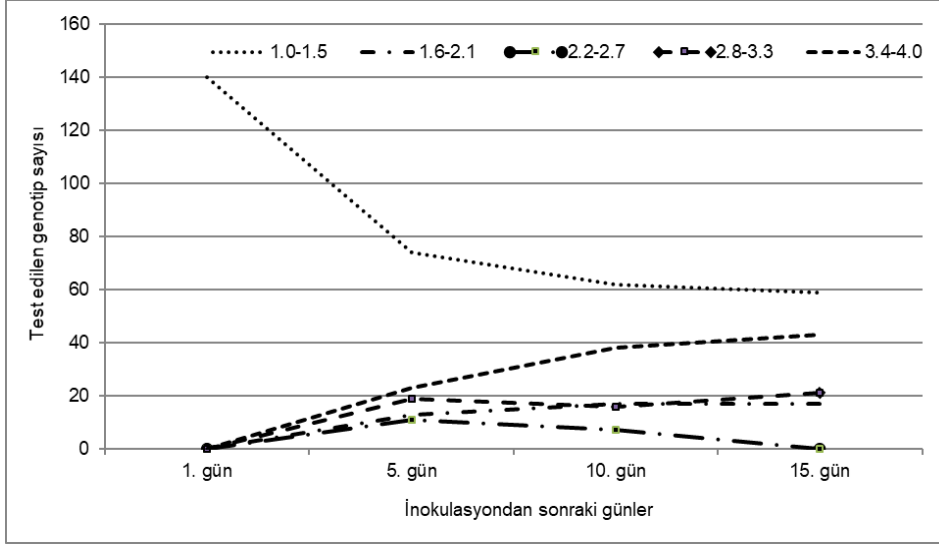
testlemenin 5. gününde 74 genotipte semptom görülmezken, 23 genotipin hastalık karşısında hemen reaksiyon gösterdiği tespit edilmiştir. 23 genotip izolat karşısında oldukça duyarlı bulunmuştur. Bununla birlikte 43 genotipte ise spor gelişimi zayıf ve orta düzeyde olmuştur. Testlemenin 10. gününde duyarlı bitkilerde spor gelişiminin artması ile birlikte semptom gösteren genotip sayısı 12 artmıştır. Orta düzeyde sporulasyon oluşan genotiplerde ise sporulasyon oluşumu yoğunlaşmış, böylece yoğun sporulasyon oluşan genotip sayısı 38'e ulaşmıştır. Inokulasyonun 15. gününde ise skor değerlerine göre sporulasyon göstermeyen genotip sayısı 59, zayıf sporulasyon görülen genotip sayısı 17, orta düzeyde sporulasyon görülen genotip sayısı 21, yoğun sporulasyon görülen genotip sayısı ise 43 olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

Çizelge 1. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin inokulasyondan sonraki günlerde göstermiş oldukları reaksiyona göre aldıkları maksimum, minimum ve ortalama skor değerleri

Günler	Maksimum	Minimum	Ortalama	Standart sapma
5. gün	4	1	1.96	0.01
10. gün	4	1	2.19	0.02
15. gün	4	1	2.34	0.02
Ortalama	4	1	2.16	0.02



Şekil 3. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin inokulasyonun 5., 10., 15. günlerinde ve günlerin ortalamasına göre aldıkları skor değerleri



Şekil 4. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin inokulasyonun 5., 10., 15. günlerinde ve günlerin ortalamasına göre aldıkları skor değerleri karşısında dağılımları

Hastalık inokulasyonundan sonra 5. günde alınan skor değerlerine göre hassas genotiplerde spor gelişiminin hemen gerçekleştiği gözlenmektedir. Şekil 4'de verilen grafikte 1.0-1.5 skor değeri aralığında bulunan genotip sayısının ilk beş günde şiddeti bir şekilde azaldığı görülmektedir. 10. günde yapılan skor değerlendirmelerinde genel olarak dayanıklı ve duyarlı genotiplerin tespit edilebileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, 5. günde 2.2-2.7 skor aralığında spor gelişimi gösteren genotiplerin 15. günde yoğun sporulasyon gösterdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, kavun bitkisinde fide döneminde yapılan reaksiyon testinin hastalıklara dayanıklı ve duyarlı genotiplerin belirlenmesinde etkili bir metot olduğu görülmektedir. Benzer şekilde Whitney vd. (1983) tarafından pancarda küllemeye karşı genotiplerin genetik varyasyonunu araştırdıkları çalışmada sera da fide döneminde yapılan testlemenin hastalığa duyarlı bitkilerin erken dönemde tespitinde etkili olduğu ortaya konulmuştur. Bununla birlikte araştırmacılar, test edilen bazı genotiplerin tarla testlemelerinde aynı sonuçların elde edilemediğini bildirmişlerdir. Sera testlerinde spor gelişiminin yoğunluğundan dolayı hastalık dayanımı açısından kısmen tolerant olan genotiplerin dayanım gösteremediği belirtilmiştir. Arpada köy popülasyonlarının küllemeye dayanımı üzerine yapılan çalışmada Tekin vd. (2018) tarafından elde edilen sonuçlarda bu bulgu ile uyumaktadır. Kavunda *P. xanthii*'ye dayanıklılığı iki farklı mekanizma

sağlamaktadır. Epidermis üzerinde spor gelişimi ile birlikte iki farklı hipersensitif reaksiyon meydana gelmektedir. Tip I olarak adlandırılan mekanizmada duyarlı hücreler kendini öldürmekte iken, tip II'de hücrelerde yoğun kallos birikimi oluşmaktadır. Böylece bitkiler savunma mekanizmalarını harekete geçirmektedir. PI414723'de tip II dayanıklılık mekanizması bulunmaktadır (Kuzuya vd., 2006). Bu çalışma kapsamında yapılan reaksiyon testinde PI414723 benzer tepki vermiş, PMR6 genotipinde ise tip I mekanizmasına ilişkin bulgulara rastlanmıştır. PMR6 genotipi ve sporulasyon görülmeyen veya sporulasyonu az olan genotiplerde oluşan hücre ölümleri tip I mekanizma bulguları ile uyumludur.

Bu çalışmada, inokulasyonun 15. gününde 2.2-2.7 skor değeri alan genotip kalmadığı gözlenmiş, dayanıklı bitkilerde spor gelişimi dururken, hassas bitkilerde yoğun sporulasyon oluşumu gözlenmiştir. Bu durum genotipler arasında dayanıklı duyarlı dağılımının netleştiği ve dolayısı ile 15. gün skorlamanın yapılmasının genotip reaksiyonlarının belirlenmesinde doğru bir süre olduğunu da kanıtlamaktadır. Ayrıca, *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen 140 adet kavun genotipinin izolat karşısında dayanım açısından genetik varyasyon gösterdiği anlaşılrsa da, bu varyasyon genotiplerin skor değerlerine göre sınıflandırılmasında dayanıklı ve duyarlı olarak net bir şekilde ortaya konulabilir.

4. Sonuç

Obligat bir parazit olan *P. xanthii*'nin kontrollü koşullarda bitki üzerinde geliştirilebileceği ve ıslah programları için rutin test yapılabileceği ortaya konulmuştur. Kavun bitkisinde fide döneminde yapılan reaksiyon testinin hastalıklara dayanıklı ve duyarlı genotiplerin belirlenmesinde etkili bir metot olduğu görülmektedir. Kavunda külemeye karşı yapılan reaksiyon testlerinde 15. gün skorlamanın yapılması genotip reaksiyonlarının anlaşılmasında doğru bir süre olarak teyit edilmiştir. *Podosphaera xanthii*'nin 5 nolu ırkına karşı test edilen kavun genotipleri arasında dayanıklılık açısından genetik varyasyon bulunmaktadır. Test sonuçlarına göre 59 adet genotipin hastalık karşısında göstermiş olduğu performansla (1-sporulasyon yok), kavunda bu etmene karşı yürütülecek dayanıklılık ıslahı çalışmalarını için iyi bir genetik kaynak olabilir.

Kaynakça

- Agrios, G.N. (1988). Plant Pathology. Third Edition, Academic Pres, 803 s.
- Altın, N., Göre, E., & Yıldırım, İ. (2018). Kabakgillerde küleme hastalığı etmeni *Podosphaera xanthii* izolatlarının azoxystrobin'e karşı duyarlılıkları. *Bitki Koruma Bülteni*, 58(2):79-84.
- Bardin, M., Nicot, P. C., Normand, P., & Lemaire, J. M. (1997). Virulence variation and DNA polymorphism in *Sphaerotheca fuliginea*, causal agent of powdery mildew of cucurbits. *European Journal of Plant Pathology*, 103(6):545-554.
- Blancard, D., Lecoq, H., & Pitrat, M. (1994). A colour atlas of cucurbit diseases: observation, identification and control. Manson Publishing Ltd.
- Braun, U., & Cook, R. T. A. (2012). Taxonomic manual of the Erysiphales (Powdery Mildews). CBS Biodiversity Series No. 11. CBS, Utrecht, The Netherlands.
- Choi, I.Y., Kim, J.H., Uhm, M.J., Cho, S.E., & Shin, H.D. (2018). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on okra in Korea. *Plant Disease*, 102(8):1663-1663.
- Cohen, R., Burger, Y., & Katzir, N. (2004). Monitoring Physiological races of *Podosphaera xanthii* the causal agent of Powdery mildew in Cucurbits. *Phytoparasitica*, 32(2):174-183.
- Epinat, C., Pitrat, M., & Bertrand, F. (1993). Genetic analysis of resistance of five melon lines to powdery mildews. *Euphytica*, 65:135-144.
- Gafni, A., Calderon, C. E., Harris, R., Buxdorf, K., Dafa-Berger, A., Zeilinger-Reichert, E., & Levy, M. (2015). Biological control of the cucurbit powdery mildew pathogen *Podosphaera xanthii* by means of the epiphytic fungus *Pseudozyma aphidis* and parasitism as a mode of action. *Frontiers in Plant Science*, 6:132.
- Hafez, Y. M., El-Nagar, A. S., Elzaawely, A. A., Kamel, S., & Maswada, H. F. (2018). Biological control of *Podosphaera xanthii* the causal agent of squash powdery mildew disease by upregulation of defense-related enzymes. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 28(1):57.
- Hong, Y. J., Hossain, M. R., Kim, H. T., Park, J. I., & Nou, I. S. (2018). Identification of two new races of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew in melon in South Korea. *The plant pathology journal*, 34(3): 182.
- Hosoya, K., Narisawa, K., Pitrat, M., & Ezura, H. (1999). Race identification in powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) on melon (*Cucumis melo*) in Japan. *Plant Breeding* 118:259-262.
- Joa, J. H., Chung, B. N., Han, K. S., Cho, S. E., & Shin, H. D. (2013). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on papaya in Korea. *Plant disease*, 97(11):1514-1514.
- Kristkova, C., Leveda, A., & Sedlakova, B. (2004). Virulence of Czech cucurbit powdery mildew isolates on *Cucumis melo* genotypes MR-1 and PI 124112. *Scientia Horticulturae* 99:257-265.
- Kuzuya, M., Yashiro, K., Tomita, K., & Ezura, H. (2006). Powdery mildew (*P. xanthii*) resistance in melon is categorized into two types based on inhibition of the infection processes. *Journal of Experimental Botany*. 57(9):2093-2100.
- Liu, S. Y., Men, X.Y., & Li, Y. (2015). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on *Solanum melongena* (eggplant) in China. *Plant Disease*, 99(12):1856-1856.
- McCreight, J.D., Pitrat, M., Thomas, C.E., Kishaba, A.N., & Bohn, G.W. (1987). Powdery mildew resistance genes in muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112:156-160.
- McCreight, J.D. (2006). Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon cultigens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131(1):59-65.
- McGrath, M.T. (2001). Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: experiences and challenges. *Plant disease*, 85(3):236-245.
- McGrath, M.T. (2015). Cucurbit powdery mildew in the USA. In *Fungicide Resistance in Plant Pathogens* (pp. 401-417). Springer, Tokyo.
- Perez-Garcia, A., Romero, D., Fernandez-Ortuno, D., Lopez-Ruiz, F., De Vicente, A., & Tores, J.A. (2009). The powdery mildew fungus *Podosphaera fusca* (synonym *Podosphaera xanthii*), a constant threat to cucurbits. *Molecular plant pathology*, 10(2):153-160.
- Robinson, R.W., & Decker-Walters, D.S. (1997). Cucurbits. CAB Int. University Press, Cambridge, 226.

- Sari, N., & Solmaz, I. (2005). Fruit characterization of some Turkish melon genotypes. In *III International Symposium on Cucurbits*, 731:103-109.
- Sowell, G.Jr. (1982). Population shift of *Sphaerotheca fuliginea* on muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 112:156-160.
- Suzuki, T., Nishimura, S., Yagi, K., Nakamura, R., Takikawa, Y., Matsuda, Y., & Nonomura, T. (2018). Effects of light quality on conidiophore formation of the melon powdery mildew pathogen *Podosphaera xanthii*. *Phytoparasitica*, 46(1):31-43.
- Tekin, M., Çat, A., Çatal, M., & Akar, T. (2018). Türk arpa (*Hordeum vulgare* L.) köy çeşitlerinin küllemeye karşı dayanıklılığın belirlenmesi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 31(3):219-25.
- Tang, S.R., Liu, S.Y., Bai, Q.R., & Li, Y. (2016). First report of powdery mildew caused by *Podosphaera xanthii* on *Kalanchoe blossfeldiana* in China. *Plant Disease*, 100(2):520.
- Ünlü M., Ünlü, A., & Boyacı, H.F. (2010). Batı Akdeniz Bölgesi Örtüaltı kavun yetiştiriciliği yapılan alanlardan yayılış gösteren külleme hastalığı etmeninin belirlenmesi. *VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 23-26 Haziran, Van, 459-463.
- Ünlü, M., & Ünlü, A. (2012). A new developed test method against to the melon powdery mildew (*Podosphaera xanthii*) in vivo conditions. *X. Eucarpia International Meeting on Cucurbitaceae*, 401.
- Whitney, E.D., Lewellen R.T., & Skoyen, I.O. (1983). Reaction of sugar beet to powdery mildew: Genetic variation, association among testing procedures, and results of resistance breeding. *Phytopathology*, 73:182-185.
- Yuste-Lisbona, F.J., Lopez-Sese A.I., & Gómez-Guillamón M.L. (2010). Inheritance of resistance to races 1, 2 and 5 of powdery mildew in the melon TGR-1551. *Plant Breeding*, 129 (1):72-75.
- Zhihao, X., Weilin, S., Kaimei, H., & Shengjun, Z. (1999). Determination of physiological race of powdery mildew and its virulence to different melon genotypes. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 11(5):245-248.
- Zitter, T.A., Hopkins, D.L., & Thomas, C.E. (1996). Compendium of cucurbit diseases. APS Press, St. Paul, Minn.