

Atf İçin: Temel I, Dönmez MF, 2022. Bakteriye Meyve Lekesi Etmeni *Acidovorax citrulli*'ye Karşı Dayanıklılık Kaynaklarının Belirlenmesi. İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(4): 1949 - 1959.

To Cite: Temel I, Dönmez MF, 2022. Identification of Sources of Resistance to Bacterial Fruit Stain Agent *Acidovorax citrulli*. Journal of the Institute of Science and Technology, 12(4): 1949 - 1959.

Bakteriyel Meyve Lekesi Etmeni *Acidovorax citrulli*'ye Karşı Dayanıklılık Kaynaklarının Belirlenmesi

Işıl TEMEL^{1*}, Mesude Figen DÖNMEZ²

ÖZET: *Acidovorax citrulli*'nin neden olduğu bakteriyel meyve lekesi, kabakgil bitkilerinin üretimini tehdit eden son derece tahripkâr bir hastalıktır. Hastalığın mücadelesinde en etkili yöntemlerden birisi patojene karşı dayanıklı bitki kullanımıdır. Ancak şimdiye kadar, bakteriyel meyve lekesi hastalığına karşı dayanıklı hiçbir kabakgil çeşidi geliştirilememiştir. Bu çalışmada, 10 ticari kavun çeşidi ve 28 kabakgil genotipi *A. citrulli*'ye karşı dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesi amacıyla hem tohum hem de fide döneminde test edilmiştir. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre planlanmış ve her saksıda 1 bitki olacak şekilde üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Dayanıklılık reaksiyonu test edilen bitkiler arasında ticari Altınbaş kavun çeşidi ve Gönen kavun genotipi tohum inokulasyon testi sonucunda hastalığa karşı dayanıklı bulunurken, fide inokulasyon testinde yüksek derece hassas olarak belirlenmiştir. Çorum 10 Dilim kavun genotipinin ise fide döneminde yapılan inokulasyonda en düşük hastalık şiddeti (%22.22) değerine sahip kabakgil bitkisi olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada değerlendirilen bitkilerin, farklı büyüme dönemlerinde hastalığa karşı dayanıklılık reaksiyonlarının değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen veriler test edilen kabakgil genotipleri arasında hem tohum hem de fide inokulasyonu sonucunda hastalığa karşı dayanıklılık potansiyeline sahip bitkiler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kabakgiller, *Acidovorax citrulli*, kavun, dayanıklılık

Identification of Sources of Resistance to Bacterial Fruit Stain Agent *Acidovorax citrulli*

ABSTRACT: Bacterial fruit spot caused by *Acidovorax citrulli* is an extremely destructive disease that threatens the production of cucurbit plants. One of the most effective methods in the control of the disease is the use of plants resistant to pathogens. However, no cucurbit cultivars resistant to bacterial fruit spot disease have been developed so far. In this study, 10 commercial melon cultivars and 28 cucurbit genotypes were tested in both seed and seedling stages to determine the sources of resistance to *A. citrulli*. The study was planned according to completely randomized design (CRD) and was established as three replications with 1 plant in each pot. Among the plants tested for resistance reaction, commercial Altınbaş melon cultivar and Gönen melon genotype were found to be resistant to disease as a result of seed inoculation test, while they were determined as highly sensitive in seedling inoculation test. It was determined that the Çorum 10 Dilim melon genotype was the cucurbit plant with the lowest disease severity (22.22%) in the seedling period inoculation. It was determined that the plants evaluated in the study changed their resistance reactions against the disease in different growth periods. The data obtained show that among the tested cucurbit genotypes, there are plants with the potential for disease resistance as a result of both seed and seedling inoculation.

Keywords: Cucurbitaceae, *Acidovorax citrulli*, melon, resistance

¹Işıl TEMEL (Orcid ID: 0000-0001-5968-3609), Mesude Figen DÖNMEZ (Orcid ID:0000-0002-7992-8252), İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İğdır, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Işıl TEMEL, e-mail: isil.temel@hotmail.com

GİRİŞ

Kabakgiller, dünyada ve Türkiye’de yaygın olarak yetiştirilen ekonomik açıdan önemli bir sebze grubudur. Kabakgil familyası bitkilerinde bakteriyel, fungal ve viral hastalık etmenleri ciddi hastalık salgınlarına neden olmakta, kabakgillerin üretimini sınırlandırarak son derece yıkıcı sonuçlar doğurmaktadır (Zitter ve ark., 1996). Bu hastalıklar içerisinde *Acidovorax citrulli*'nin neden olduğu bakteriyel meyve lekesi, kabakgil familyasında yer alan bitkilerin üretimini tehdit eden oldukça yıkıcı tohum kaynaklı bir hastalıktır (Ren ve ark., 2006; Tomita ve ark., 2006; Schaad ve ark., 2008; Bahar ve ark., 2009; Kubota ve ark., 2012). Hastalık ilk olarak 1965'te Amerika Birleşik Devletleri'nin Georgia eyaletinde karpuz yetiştirilen alanlarda rapor edilmiştir (Sowell ve Schaad, 1979) ve 1980'lerin sonlarında Amerika Birleşik Devletleri'nin diğer bölgelerinde meydana gelen ciddi salgınların ardından daha fazla araştırılmaya başlanmıştır (Somodi ve ark., 1991; Schaad ve ark., 2003). İlk zamanlar, bakteriyel meyve lekesinden kaynaklanan ekonomik kaybın çoğu karpuzda rapor edilmiş olmasına rağmen (Wall ve ark., 1990; Somodi ve ark., 1991; Hopkins ve ark., 1993; Latin ve Hopkins 1995; Hopkins ve Thompson 2002; Schaad ve ark., 2003; Walcott ve ark., 2004; Eckshtain-Levi ve ark., 2016; Silva ve ark., 2016) son yıllarda kavun üretiminin de hastalıktan ciddi şekilde etkilendiği bildirilmiştir (Walcott ve ark., 2004; Burdman ve ark., 2005). Bununla birlikte hastalık ağaç kavunu, dikenli çeltik kavun, salatalık, balkabağı gibi diğer kabakgillerde ve ayrıca çeşitli su kabaklarında da rapor edilmiştir (Isakeit ve ark., 1997; Langston Jr ve ark., 1999; Martin ve ark., 1999; Martin ve Horlock, 2002; Walcott ve ark., 2004; Bahar ve Burdman, 2010; Burdman ve Walcott, 2012). Türkiye’de ise ilk kez 1995 yılında, Edirne’nin (Marmara Bölgesi) Enez ilçesi, Sultaniçi köyündeki bazı tarlalarda tespit edilmiş (Demir, 1996) ve daha sonra yörede bazı bitki sağlığı önlemleri alınarak eradike edilmiştir. Patojen 2006 yılında Türkiye'nin Doğu Akdeniz Bölgesi'nde (Çukurova) tekrar ortaya çıkmış ve bazı karpuz tarlalarında ciddi kayıplara neden olmuştur (Mirik ve ark., 2006; Horuz ve Aysan, 2012). Patojenle bulaşık ticari tohumların dağıtılması ve etmenin birçok kabakgil türünü etkileme yeteneği, bakteriyel meyve lekesi hastalığını daha da ciddi bir tehdit haline getirmiştir (Bahar ve ark., 2009; Burdman ve Walcott, 2012). Hatalı tarımsal işlemler, *A. citrulli* strainlerini geniş çapta yayarak, kabakgil bitkilerinin, özellikle karpuz ve kavunlar üzerindeki olumsuz etkilerini arttırmış, bundan dolayı patojen birçok ülkede karantinaya tabii olmuştur (EPPO, 2018).

Uygun çevre koşulları altında, özellikle yağışlı mevsimlerde meyve çürüklük hastalığı kavun üretiminde %80 ila %100 kayba neden olabilmektedir (Sales Júnior ve Menezes, 2001; Conceição ve ark., 2014; de Melo ve ark., 2015). Hastalığın ilk belirtileri kotiledonların veya yaprakların alt yüzeyinde kolayca görülebilen su emmiş lekeler şeklindedir. Su emmiş alan, genellikle klorotik haleler ile çevrilerek hızla nekrotik hale gelmekte, daha yaşlı yapraklarda nekroz genellikle yaprak kenarlarında görülmekte ve hastalık gelişimi büyük damarlar boyunca ilerlemektedir. Patojen zamanla meyvenin etine ilerleyerek meyvenin çatlamasına neden olmakta ve bu durum meyvenin pazar değerini düşürmektedir. Uygun çevre koşulları oluştuğunda fide ölümleri meydana gelmektedir (Hopkins, 1989; Wang ve ark., 2007; Ha ve ark., 2009).

Tohumlar en önemli inokulum kaynağı olmakla birlikte, kabakgillerden olan yabancı otların ve enfekteli bitki artıklarının da potansiyel inokulum kaynağı olduğu saptanmıştır (Alves ve ark., 2010). Hastalıkla mücadelede patojenden arı üretim materyali kullanılması, fide üretim alanlarında ve tarlalarda genel sanitasyon kurallarına dikkat edilmesi, hastalık simptomsu görülen fidelerin tamamının üretim alanından uzaklaştırılması, kendiliğinden çimlenen karpuz ve kavun fidelerinin sökülmesi ve fide üretiminde kullanılan viyol, torf gibi malzemelerin dezenfeksiyonunun yapılması önemli kültürel uygulamalardır. Hastalığın kontrol altına alınmasında kullanılan yöntemlerden birisi de tohumlara

kimyasal uygulamasıdır. Bu amaçla *A. citrulli*'nin tohumlardan eradikasyonunda peroksiasetik asit, civa klorid, streptomisin sülfat ve sodyum hipoklorid uygulamaları yapılmakta (Sowell ve Schaad, 1979; Hopkins ve ark., 1996; Hopkins ve ark., 2003) ancak bu uygulamalar inokulumu azaltmasına rağmen *A. citrulli*'yi tamamen yok etmede başarısız olmaktadır (Rane ve Latin, 1992; Fessehaie and Walcott, 2005). Aynı zamanda bu uygulamaların tohum çimlenmesi üzerine olumsuz etkileri de bulunmaktadır (Feng ve ark., 2009). Diğer bir kontrol stratejisi, bakır içerikli bileşiklerin kullanılarak patojenin yayılmasının engellenmesidir (Hopkins, 1995; Hopkins ve ark., 2009). Ancak kimyasal uygulamalar tarım arazilerinin yanı sıra diğer doğal kaynakların da hızlı bir şekilde kirlenmesi, doğal dengenin bozulması, insan ve çevre sağlığı açısından risk oluşturması, toprakta mikrobiyal çeşitliliğin ve popülasyonun azalması veya yok olması, patojenlerde dayanıklılık gelişmesi gibi bir sorun sarmalını da beraberinde getirmektedir. Bunun sonucunda dinamik, doğal ve canlı bir ortam özelliğinde olan tarım toprağı, bağışıklık sistemini kaybetmiş bir canlıya dönüşmekte ve maalesef tarımsal kaynakların devamlılığı sağlanamamaktadır. Tarımsal üretimde karşılaşılan bu sorunların çözümüne yönelik olarak hastalık etmenleri ile mücadelede dayanıklı çeşitlerin belirlenmesi ve kullanılması elde edilecek ürünün kalitesi ve sürdürülebilirliği açısından çok önemlidir. Bu konuda aksesyonlar, genotipler, hatlar ve çeşitler kullanılarak yapılan çalışmaların çoğunluğunun karpuzlar üzerinde yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte yürütülen çalışmalarda kavun da dâhil olmak üzere kabakgil üyelerinde de hastalığa karşı belli ölçüde dayanıklı kaynaklar bulunmuştur. Ancak şimdiye kadar, bakteriyel meyve lekeli hastalığına karşı dayanıklı hiçbir kabakgil çeşidi geliştirilememiştir (Sowell ve Schaad, 1979; Somodi ve ark., 1991; Rane ve Latin, 1992; Hopkins ve ark., 1993; O'Brien ve Martin, 1999; Hopkins ve Thompson, 2002; Burdman ve ark., 2005; Carvalho ve ark., 2013; Shen ve Wehner, 2015; Branham ve ark., 2019; Islam ve ark., 2020; Daley ve Wehner, 2021).

Türkiye'de bakteriyel meyve lekeli hastalığına karşı dayanıklı kaynak tespitine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Yılmaz ve ark., 2012; Ustun ve Arslan, 2016; Ünlü ve ark., 2018). Bu nedenle yapılan bu çalışmada kabakgiller familyasına ait toplam 38 çeşit/genotipin *A. citrulli*'ye karşı dayanıklılık reaksiyonlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bir çeşit/genotipin belirli bir hastalığa dayanıklı mı yoksa hassas mı olduğunu belirlemek için, patojene tepkisinin farklı büyüme aşamalarında değerlendirilmesi gerektiğinden çalışma tohum ve fide inokulasyonu olmak üzere iki farklı gelişme dönemi baz alınarak yürütülmüştür.

MATERYAL ve METOT

Çalışmada Kullanılan *Acidovorax citrulli* Strainleri

Iğdır'da bakteriyel meyve lekeli hastalığına gösteren kavun bitkisinin yapraklarından ve meyvelerinden izole edilen (İnik, 2018) 22 *A. citrulli* straini arasından en yüksek virülensliğe sahip 3 strain (KVN 18, KVN 21 ve KVN 22) çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir. Çalışmada tek bir bakteri strainine karşı dayanıklı kaynak seçme olasılığını azaltmak, patojenin hastalık geliştirme süresini kısaltmak amacıyla virulent strainlerin karışımı kullanılmıştır (Wechter ve ark., 2011; Ma ve Wehner, 2015).

Çalışmada kullanılan bitki materyalleri

Çalışmada *A. citrulli*'ye dayanıklılık açısından 10 ticari kavun çeşidi, 21 kavun, 3 balkabağı, 1 kabak, 2 karpuz ve 1 acur genotipi test edilmiştir (Çizelge 1). Hastalığa karşı duyarlı olan ticari Kırkağaç 637 kavun çeşidi, çeşitlerin dayanıklılık reaksiyonunu karşılaştırmak amacıyla kontrol olarak kullanılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan bitki materyalleri

Bitki Materyalleri			
1	Altınbaş kavun çeşidi	20	Eskişehir yerel Hırsız Çalmaz kavunu
2	Sarı Kışlık kavun çeşidi	21	Siirt yerel Cefan Limonlu kavunu
3	Ananas kavun çeşidi	22	Balıkesir yerel kavunu
4	Hasanbey Kışlık kavun çeşidi	23	Siirt yerel Yeşil acuru
5	Kırkağaç 589 kavun çeşidi	24	Sarıyer yerel Gümüştüde kabağı
6	Sarı Burak kavun çeşidi	25	Kilis yerel kavunu
7	Hıdır kavun çeşidi	26	Dalaman yerel Sarı kavunu
8	Mertcan kavun çeşidi	27	Adana yerel kavunu
9	Dalaman kavun çeşidi	28	Diyarbakır yerel kavunu 1
10	Süper Soykan kavun çeşidi	29	Diyarbakır yerel kavunu 2
11	Iğdır yerel Hükümet kavun	30	Mut yerel Mis Kokulu Çıtır kavunu
12	Iğdır yerel Balkavunu	31	Aydın yerel Kara kavunu
13	Iğdır yerel Şalak kavunu	32	Siirt yerel Şimamsaluhu kavunu
14	Gönen yerel kavunu	33	Kütahya Tavşanlı yerel Balkabağı
15	Aydın yerel Kuşfındık kavunu	34	Özbekistan yerel karpuzu
16	Çorum yerel 10 Dilim kavunu	35	Özbekistan yerel balkabağı
17	Mardin yerel Kırkağaç kavunu	36	Özbekistan yerel kavunu
18	Mardin yerel Ekşi kavunu	37	Tacikistan yerel karpuzu
19	Kışlık yerel Kızılınler kavunu	38	Tacikistan yerel balkabağı

Patojen inokulumunun hazırlanması

Patojenite çalışmasında -80 °C'de muhafaza edilen patojen strainler Nutrien Agar besi ortamına ekilmiş ve 27°C'ye ayarlı inkübatörde bakteri gelişimi için 48 saat muhafaza edilmiştir. İnkübasyon sonrası gelişen bakteri kolonileri Nutrient Broth besi ortamına aktararak bir gece 27°C' ye ayarlı çalkalayıcıda 150 rpm/dk' da inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda bakteri solüsyonu sdH₂O ile seyreltilmiş ve türbidimetre ile konsantrasyonu 10⁸ CFU ml⁻¹ olacak şekilde ayarlanarak hazırlanmıştır.

Tohum inokulasyonu

Tohum kaynaklı bir patojen olan *A. citrulli*, kabakgil tohumlarında otuz yıldan fazla canlılığını sürdürebildiğinden (Block and Shepherd, 2009) dayanıklılığın belirlenmesinde tohum inokulasyonu yapılmıştır. Her bir çeşit/genotipe ait yüzey dezenfeksiyonu yapılmış olan dört tohum, 10⁸ CFU ml⁻¹ yoğunluğunda 20 ml patojen solüsyonu içerisine konularak çalkalayıcıda 2 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Kontrol grubunu oluşturan, tohumlar ise steril saf su içerisinde bekletilmiştir. İnkübasyonun ardından tohumlar kurutulmuş ve eşit miktarda toprak ve torf (1:1) içeren saksılara her saksıya bir bitki olacak şekilde ekilmiştir. Tohumlar çimlendikten sonra saksılar 2 gün boyunca polietilen torbalarla kapatılmıştır (Carvalho ve ark., 2013). Tohum çimlenmesinden 7 gün sonra hastalık şiddeti Araújo ve ark. (2005) tarafından belirlenen 0-5 skalası (0=simptomsuz kotiledonlar; 1=kotiledonlarda %1-25 simptom, 2=kotiledonlarda %26-50 simptom, 3=kotiledonlarda %51-75 simptom, 4=kotiledonlarda %76-100 simptom ve 5=kotiledonların tamamında nekrotikleşme) kullanılarak değerlendirilmiştir. İnkübasyon sonrası kotiledonlardaki % hastalık şiddeti aşağıda belirtilen Thowsend ve Heuberger (1943) formülüne göre hesaplanmıştır. Kotiledon yapraklarda patojene karşı oluşan dayanıklılık reaksiyonu Thibault ve ark. (1986)'dan uyarlanarak gruplandırılmıştır (Çizelge 2).

Thowsend ve Heuberger formülü:

$$\% \text{ Hastalık Şiddeti} = \frac{\sum(\text{skala değeri} \times \text{skalada değerlendirmeye giren birey sayısı})}{(\text{en yüksek skala değeri} \times \text{toplam birey sayısı})} \times 100$$

Çizelge 2. Çeşitlerin ve genotiplerin reaksiyonlarına ait dayanıklılık sınıfları ve karakterleri

Hastalık Şiddeti (%)	0	1-25	26-45	46-85	86-100
Dayanıklılık Sınıfı	A	B	C	D	E
Dayanıklılık Karakteri	Dayanıklı	Orta Derece Dayanıklı	Az Dayanıklı	Hassas	Çok Hassas

Fide inokulasyonu

Fide inokulasyonu yoluyla patojene karşı dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesi amacıyla ticari çeşit ve genotiplere ait tohumlar %2'lik sodyum hipoklorid ile dezenfekte edilmiş, sonra toprak:torf (1:1) içeren saksıların her birine bir tohum gelecek şekilde ekilmiştir. Bitkiler 4-5 yapraklı döneme geldikleri zaman 10^8 CFU ml⁻¹ yoğunluğundaki patojen solüsyonu bitkilerin toprak üstü aksamına solüsyon akana kadar püskürtülmüş ve inokulasyonun ardından saksılar 48 saat boyunca polietilen torbalarla kapatılmıştır (Bahar ve ark., 2009). Patojen inokulasyonundan iki hafta sonra Azevedo (1997)'nin metodundan Carvalho ve ark. (2013) tarafından uyarlanan 0-6 skalası (0=simptom yok; 1=%1-5 semptomlu yaprak; 2= %6-12 semptomlu yaprak; 3=%13-37 semptomlu yaprak; 4=%38-62 semptomlu yaprak; 5=%63-87 semptomlu yaprak ve 6=%88-100 semptomlu yaprak veya ölü bitki) kullanılarak bitkilerin hastalık şiddeti değerleri belirlenmiştir. İnokulasyon sonrası fidelerdeki % hastalık şiddeti Thowsend ve Heuberger (1943) formülüne göre hesaplanmıştır. Fidelerde patojene karşı oluşan dayanıklılık reaksiyonu Çizelge 2'de belirtilen şekilde gruplandırılmıştır.

Verilerin analizi

Tohum ve fide inokulasyon testlerinde elde edilen veriler ANOVA istatistik programında Duncan çoklu karşılaştırma testiyle ($P \leq 0.05$) karşılaştırılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Tohum İnokulasyonu

A. *citrulli*'nin kabakgil tohumlarına inokulasyonu sonucu oluşan semptomlar inokulasyondan iki hafta sonra Araújo ve ark. (2005) tarafından belirlenen 0-5 skalası ile değerlendirilmiş ve elde edilen ortalama hastalık şiddeti sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir. Yapılan istatistik analiz sonucunda çeşit ve genotiplerin hastalık şiddeti değerleri arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Tohum inokulasyonu ile dayanıklılığı test edilen 38 kabakgil çeşit/genotipin 2'sinin dayanıklı, 19'unun orta derece dayanıklı, 8'inin az dayanıklı, 5'inin hassas ve 4'ünün çok hassas olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada yer alan ticari çeşitlerin %70'nin, genotiplerin ise yaklaşık %43'ünün hastalığa karşı orta derece dayanıklı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 3 incelendiğinde, test edilen 38 bitki arasında ticari altınbaş kavun çeşidi ve Gönen yerel kavun tohumlarından gelişen kotiledon yapraklarda hastalık semptomu görülmemiştir ve bu iki bitkinin hastalığa karşı dayanıklı oldukları tespit edilmiştir. En düşük hastalık şiddeti (%6.66) ticari Kırkağaç 589 ve Mertcan kavun çeşitleri ile Çorum 10 Dilim kavununda görülürken, en yüksek hastalık şiddeti (%100) ise Tacikistan karpuz ve Balıkesir yerel kavun tohumlarından gelişen kotiledonlarda gözlenmiştir. Bu genotipleri takiben Tavşanlı balkabağı (%93.33) ve Tacikistan balkabağı (%86.66) tohumlarından gelişen kotiledonların da yüksek hastalık şiddeti değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda bu genotiplerin, kontrol olarak kullanılan Kırkağaç 637 kavun çeşidinden daha hassas oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 3. *A. citrulli*'ye karşı tohum dayanıklılığı test edilen çeşit ve genotiplere ait sonuçlar

Çeşit/Genotip	Skala Değeri	Hastalık Şiddeti (%)	DS**	Çeşit/Genotip	Skala Değeri	Hastalık Şiddeti (%)	DS
Altınbaş kavun çeşidi	0.0±0.0 j*	0		A Eskişehir Hırsız Çalmaz kavunu	2.6±0.3 d-f	53.33	D
Sarı Kışlık kavun çeşidi	3.3±0.3 c-d	66.66		D Siirt Cefan Limonlu kavunu	0.6±0.3 h-j	13.33	B
Ananas kavun çeşidi	0.6±0.3 h-j	13.33		B Balıkesir kavunu	5.0±0.0 a	100	E
Hasanbey Kışlık kavun çeşidi	1.0±0.0 g-j	20		B Siirt Yeşil acuru	0.6±0.6 h-j	13.33	B
Kırkağaç 589 kavun çeşidi	0.3±0.3 ij	6.66		B Gümüşdere kabağı	3.3±0.3 c-d	66.66	D
Sarı Burak kavun çeşidi	1.6±0.6 f-h	33.33		C Kilis kavunu	3.0±1.0 de	60	D
Hıdır kavun çeşidi	1.0±0.0 g-j	20		B Dalaman Sarı kavunu	1.0±0.0 g-j	20	B
Mertcan kavun çeşidi	0.3±0.3 ij	6.66		B Adana kavunu	1.6±0.6 f-h	33.33	C
Dalaman kavun çeşidi	1.0±0.0 g-j	20		B Diyarbakır kavunu 1	0.6±0.3 h-j	13.33	B
Süper Soykan kavun çeşidi	1.0±0.0 g-j	20		B Diyarbakır kavunu 2	2.6±0.3 e-g	40	C
İğdir Hükümet kavun	2.0±0.5 e-g	40		C Mut Mis Kokulu Çıtır kavunu	2.0±0.0 e-g	40	C
İğdir Balkavunu	0.6±0.3 h-j	13.33		B Aydın Kara kavunu	1.0±0.0 g-j	20	B
İğdir Şalak kavunu	1.3±0.3 g-i	26.66		C Siirt Şımamsaluhu kavunu	1.0±0.0 g-j	20	B
Gönen kavunu	0.0±0.0 j	0		A Tavşanlı Balkabağı	4.6±0.3 ab	93.33	E
Aydın Kuşfındık kavunu	1.6±0.3 f-h	26.66		C Özbekistan karpuzu	2.0±0.0 e-g	40	C
Çorum 10 Dilim kavunu	0.3±0.3 ij	6.66		B Özbekistan balkabağı	3.6±0.3 b-d	73.33	D
Mardin Kırkağaç kavunu	0.6±0.3 h-j	13.33		B Özbekistan kavunu	0.6±0.3 h-j	13.33	B
Mardin Ekşi kavunu	1.0±0.0 g-j	20		B Tacikistan karpuzu	5.0±0.0a	100	E
Kışlık Kızılınler kavunu	1.0±0.0 g-j	20		B Tacikistan balkabağı	4.3±0.5 a-c	86.66	E
				Kontrol	3.6±0.3b-d	73.33	D
F değeri	16.9						
Sig.	0.000						

*Veriler üç tekrür ortalamasıdır ve aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmamaktadır ($p \leq 0.05$)

**DS: Dayanıklılık sınıfı A; Dayanıklı, B; Orta derece dayanıklı, C; Az dayanıklı, D; Hassas, E; Çok hassas

Fide inokulasyonu

Kabakgil fidelerinin hastalık şiddeti değerleri, inokulasyondan iki hafta sonra 0-6 skalasına göre belirlenmiştir. Kabakgil çeşit ve genotiplerinin *A. citrulli* 'ye karşı dayanıklılıklarının tespit edildiği fide inokulasyon testine ait sonuçlara Çizelge 4'te yer verilmiştir. Hastalık şiddeti değerleri arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Fide dayanıklılığı test edilen 38 kabakgil bitkisinden 1'inin orta derece dayanıklı, 1'inin az dayanıklı, 27'sinin hassas ve 9'unun çok hassas olduğu belirlenmiştir. Çalışmada test edilen ticari çeşitlerin tamamının, genotiplerin ise yaklaşık %61'nin hastalığa karşı hassas olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. *A. citrulli*'ye karşı fide dayanıklılığı test edilen çeşit ve genotiplere ait sonuçlar

Çeşit/Genotip No	Skala Değeri	Hastalık Şiddeti (%)	DS**	Çeşit/Genotip No	Skala Değeri	Hastalık Şiddeti (%)	DS
Altınbaş kavun çeşidi	4.6±0.3b-e*	77.77	D	Eskişehir Hırsız Çalmaz kavunu	3.6±0.3e-h	66.66	D
Sarı Kışlık kavun çeşidi	5.0±0.5a-d	83.33	D	Siirt Cefan Limonlu kavunu	4.0±0.5d-g	66.66	D
Ananas kavun çeşidi	3.3±0.3f-i	61.11	D	Balıkesir kavunu	5.0±0.5a-d	83.33	D
Hasanbey Kışlık kavun çeşidi	3.3±0.3f-i	55.55	D	Siirt Yeşil acuru	5.6±0.3ab	94.44	E
Kırkağaç 589 kavun çeşidi	5.0±0.0a-d	83.33	D	Gümüşdere kabağı	3.0±0.0g-j	50	D
Sarı Burak kavun çeşidi	4.0±0.0d-g	66.66	D	Kilis kavunu	4.0±0.0d-g	72.22	D
Hıdır kavun çeşidi	4.6±0.3b-e	77.77	D	Dalaman Sarı kavunu	3.0±0.5g-j	61.11	D
Mertcan kavun çeşidi	4.3±0.3c-f	72.22	D	Adana kavunu	2.6±0.3h-j	50	D
Dalaman kavun çeşidi	4.6±0.3b-e	77.77	D	Diyarbakır kavunu 1	5.3±0.3a-c	88.88	E
Süper Soykan kavun çeşidi	4.6±0.3b-e	77.77	D	Diyarbakır kavunu 2	4.0±0.5d-g	77.77	D
İğdir Hükümet kavunu	3.3±0.3f-i	66.66	D	Mut Mis Kokulu Çıtır kavunu	4.3±0.3c-f	72.22	D
İğdir Balkavunu	2.3±0.3i-k	50	D	Aydın Kara kavunu	5.0±0.0a-d	83.33	D
İğdir Şalak kavunu	5.6±0.3ab	94.44	E	Siirt Şımamsaluhu kavunu	5.3±0.6a-c	88.88	E
Gönen kavunu	4.3±0.3c-f	77.77	D	Tavşanlı Balkabağı	5.3±0.3a-c	88.88	E
Aydın Kuşfındık kavunu	2.0±0.0jk	33.33	C	Özbekistan karpuzu	5.6±0.3ab	94.44	E
Çorum 10 Dilim kavunu	1.3±0.3k	22.22	B	Özbekistan balkabağı	4.6±0.6b-e	77.77	D
Mardin Kırkağaç kavunu	5.0±0.5a-d	83.33	D	Özbekistan kavunu	6.0±0.0a	100	E
Mardin Ekşi kavunu	6.0±0.0a	100	E	Tacikistan karpuzu	5.6±0.3ab	88.88	E
Kışlık Kızılınler kavunu	3.6±0.3e-h	66.66	D	Tacikistan balkabağı	3.6±0.3e-h	61.11	D
				Kontrol	5.0±0.0a-d	83.33	D
F değeri	9.3						
Sig.	0.000						

*Veriler üç tekrür ortalamasıdır ve aynı harfle gösterilen değerler arasında istatistiki olarak bir farklılık bulunmamaktadır ($p \leq 0.05$)

**DS: Dayanıklılık sınıfı, A; Dayanıklı, B; Orta derece dayanıklı, C; Az dayanıklı, D; Hassas, E; Çok hassas

Çizelge 4'te yer alan fide inokulasyonuna ait hastalık şiddeti değerleri incelendiğinde fide inokulasyon testinde sadece Çorum 10 Dilim kavununun hastalığa karşı orta derece, Aydın Kuşfındık kavununun ise az dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada hastalık şiddeti değerleri %22.22-100 arasında değişirken, en düşük hastalık şiddeti Çorum 10 Dilim kavunu (%22.22) ile Aydın Kuşfındık kavununda (%33.33) en yüksek (%100) ise Mardin ekşi kavunu ve Özbekistan kavununda gözlenmiştir. Bu genotipleri takiben Iğdır Şalak kavunu, Özbekistan karpuzu ve Siirt yeşil acurunda da yüksek hastalık şiddeti (%94.44) tespit edilmiştir. Test edilen 38 kabakgil bitkisinden 5 tanesinin kontrol olarak kullanılan Kırkağaç 637 kavun çeşidi ile aynı derecede hastalık şiddetine sahip olduğu, dokuzunun ise kontrolden daha hassas olduğu belirlenmiştir. Fide inokulasyonunda test edilen bitkilerden çoğu hastalığa karşı hassasken, sadece Çorum 10 Dilim ve Aydın Kuşfındık kavun genotiplerinin hastalığa karşı dayanıklılık potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiştir. Tohum inokulasyon testinde dayanıklı olduğu tespit edilen bitkilerden çoğunun fide inokulasyonu sonrası oldukça hassas oldukları görülmüştür. Örneğin tohum inokulasyon testinde dayanıklı olarak belirlenen Altınbaş kavun çeşidi ve Gönen kavun genotipi fide inokulasyon testinde hassas olarak değerlendirilmiştir. Çorum 10 Dilim kavun genotipinin ise, hem tohum inokulasyonu hem de fide inokulasyonu sonucunda bakteriyel meyve lekesi hastalığına karşı dayanıklılık potansiyeline sahip bitki olduğu tespit edilmiştir.

Her iki inokulasyon testine ait sonuçlar incelendiğinde, kabakgil bitkilerinin tohum inokulasyonuna kıyasla fide döneminde bakteriyel meyve lekesine karşı daha hassas oldukları görülmüştür. Yapılan birçok çalışmada benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bahar ve ark. (2009) tarafından, kavunların, fide ve meyve dönemlerinde bakteriyel meyve lekesi hastalığına karşı daha hassas oldukları bildirilmiştir. Farklı kavun aksesyonlarında dayanıklılık tespiti için yapılan benzer bir çalışmada, fide döneminde yapılan inokulasyonda 0.4-3.7 arasında değişen skala değerleri gözlenirken, tohum inokulasyonu sonucunda 0.1-1.0 arasında değişen değerler elde edilmiştir (de Assunção ve ark., 2021). Sera ve tarlada bakteriyel inokulumun ana kaynağı tohum olduğundan dolayı *A. citrulli*'nin tohum inokulasyonu yoluyla dayanıklı çeşit seçilmesi büyük önem taşımaktadır (Hopkins ve Thompson, 2002). de Assunção ve ark. (2021) tarafından *A. citrulli*'nin neden olduğu bakteriyel meyve lekesi hastalığına karşı farklı kavun aksesyonlarının dayanıklılık seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yürütülen çalışmada, bazı kavun aksesyonlarının, kontrol olarak kullanılan Goldex çeşidinden daha hassas olduğu bildirilmiştir. Başka bir çalışmada tohum vakum-infüzyon testleri ve klasik sprey ile inokulasyon yoluyla test edilen 332 kavun aksesyonundan 4 tanesinin (PI353814, PI381171, PI536573 ve PI614401) *A. citrulli*'ye karşı yüksek derecede dayanıklılık gösterdiği rapor edilmiştir. Bahar ve ark. (2009), tohum, fide ve olgun bitki inokulasyon testleri ile 35 kavun genotipini tarayarak sadece bir dayanıklılık potansiyeline sahip çeşit (cv. ADIR339) tanımlamıştır. Brezilya'da kabakgil gen merkezinde yer alan 74 karpuz genotipinin *A. citrulli*'ye karşı dayanıklılık potansiyellerinin test edildiği başka bir çalışmada, BG CIA 979, BG CIA 34 ve Sugar Baby genotiplerinin farklı gelişim aşamalarında hastalığa karşı yüksek dayanıklılık gösterdiği bulunmuştur (Carvalho ve ark., 2013). Kabakgillerde, kotiledon aşamasında hastalığa karşı dayanıklılık tepkisinde fide dönemine kıyasla farklı genlerin dahil olduğu bildirilmiştir (McCreight, 2003; Davis ve ark., 2007). Islam ve ark. (2020) tarafından kabakgillerde hastalığa karşı dayanıklılık reaksiyonunda meydana gelen farklılıkların, her bir çalışmada kullanılan *A. citrulli* straininin farklılığından kaynaklanmış olabileceği rapor edilmiştir. Ayrıca kabakgillerde dayanıklılık ile ilgili çalışmaların yüksek veya düşük sıcaklığa sahip dönemlerde yürütülmesinin de hastalık şiddetinde farklılıklara neden olabileceği belirlenmiştir (de Assunção ve ark., 2021). Wetcher ve ark. (2011) çevre koşullarına

ilaveten kabakgillerin genetik heterojenliğinin de farklı büyüme aşamalarında patojen inokulasyonu sonucu meydana gelen dayanıklılık reaksiyonundaki varyasyonlara neden olabileceğini bildirmiştir.

SONUÇ

Acidovorax citrulli, tarımsal üretimde önemli bir yere sahip olan kabakgillerin (özellikle kavun ve karpuz) üretimi için ciddi bir tehdittir ve mücadelesinde yetersiz kalınmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kimyasal mücadele yöntemlerinin, tarımsal üretimde sürdürülebilirliği olumsuz etkilediği ve doğal kaynakların kirlenmesine neden olduğu bilindiğinden hastalığın mücadelesinde dayanıklı çeşit kullanılması önem arz etmektedir. Farklı kabakgil bitkilerinin *A. citrulli*'ye karşı dayanıklılıklarının araştırıldığı bu çalışmada, bitkiler tohum ve fide döneminde yapılan patojen inokulasyonu ile hastalığa karşı test edilmiştir. Mevcut çalışmada, kabakgillerde dayanıklılık kaynaklarının belirlenmesinde bitkilerin farklı gelişim dönemlerinde test edilmesinin gerekliliğini destekler sonuçlar elde edilmiştir. Çalışmada Çorum 10 Dilim kavunu her iki test sonucunda da hastalığa karşı orta derece dayanıklı bulunmuş ve ıslah çalışmaları için ümit verici olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca çalışmada hastalığa karşı dayanıklılık potansiyeline sahip birden fazla çeşit ve genotip tespit edilmiştir. Bu çeşit ve genotiplerin tam olarak dayanıklılık potansiyellerinin ortaya konulabilmesi için farklı iklim ve toprak koşullarında test edilmesi gerekmektedir. Ayrıca yapılacak çalışmalarla dayanıklılıkta rol oynayan genlerin tespit edilmesi yetiştiricilik açısından önemli özelliklere sahip çeşitlere aktarılması sonucu kabakgil endüstrisi için önemli bir kaynak sağlanmış olacaktır.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Alves AO, Xavier AS, Viana IO, Mariano RLR, Silveira EB, 2010. Colonization dynamics of *Acidovorax citrulli* in melon. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, DF, 35(6): 368-372.
- Araújo DV, Mariano RLR, Michereff SJ, 2005. Métodos de inoculação de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* em melão. *Summa Phytopathologica*, 31(1): 69-73.
- Azevedo LAS, 1997. Quantificação de doenças. Manual de quantificação de doenças de plantas. São Paulo: Novartis Biociências/Setor Agro, 101-101.
- Bahar O, Kritzman G, Burdman S, 2009. Bacterial fruit blotch of melon: screens for disease tolerance and role of seed transmission in pathogenicity. *European Journal of Plant Pathology*, 123(1): 71-83.
- Bahar O, Burdman S, 2010. Bacterial fruit blotch: a threat to the cucurbit industry. *Israel Journal of Plant Sciences*, 58(1): 19-31.
- Block C, Shepherd L, 2009. Long-term survival and seed transmission of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in melon and watermelon seed. *Phytopathology*, 99(6).
- Branham SE, Levi A, Katawczik ML, Wechter WP, 2019. QTL mapping of resistance to bacterial fruit blotch in *Citrullus amarus*. *Theoretical and Applied Genetics*, 132(5):1463-1471.
- Burdman S, Kots N, Kritzman G, Kopelowitz J, 2005. Molecular, physiological, and host-range characterization of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* isolates from watermelon and melon in Israel. *Plant disease*, 89(12):1339-1347.
- Burdman S, Walcott R, 2012. *Acidovorax citrulli*: Generating basic and applied knowledge to tackle a global threat to the cucurbit industry. *Molecular Plant Pathology*, 13:805-815.
- Carvalho FC, Santos LA, Dias RC, Mariano RL, Elineide BS, 2013. Selection of watermelon genotypes for resistance to bacterial fruit blotch. *Euphytica*, 190:169-180.

- Conceicao CS, Felix KCS, Mariano RLR, Medeiros EV, Souza EB, 2014. Combined effect of yeast and silicon on the control of bacterial fruit blotch in melon. *Scientia Horticulturae*, 174: 164-170.
- Daley J, Wehner TC, 2021. Screening for bacterial fruit blotch resistance in watermelon fruit. *Crop Science*, 61(2):1228-1240.
- Davis AR, Levi A, Tetteh A, Wehner T, Russo V, Pitrat M, 2007. Evaluation of watermelon and related species for resistance to race 1W powdery mildew. *J. Amer. HortScience*. 132:790–795.
- de Assunção EF, da Conceição CS, Alexandre ER, da Gama MAS. de Souza Nunes GH, de Souza EB, 2021. New sources of melon accessions with resistance to bacterial fruit blotch at different phenological stages of melon growth and to multiple strains of *Acidovorax citrulli*. *Euphytica*, 217(5):1-15.
- Demir G, 1996. A new bacterial disease of watermelon in Türkiye: bacterial fruit blotch of watermelon (*Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (Schaad *et al.*, Willems *et al.*). *Journal of Turkish phytopathology*, 25(1/2):43-49.
- de Melo EA, Rosa de Lima RM, Laranjeira D, dos Santos LA, de Omena Gusmão L, de Souza EB, 2015. Efficacy of yeast in the biocontrol of bacterial fruit blotch in melon plants. *Tropical Plant Pathology*, 40:56–64.
- Eckshtain-Levi N, Shkedy D, Gershovits M, Da Silva GM, Tamir-Ariel D, Walcott R, Burdman S, 2016. Insights from the genome sequence of *Acidovorax citrulli* M6, a group I strain of the causal agent of bacterial fruit blotch of cucurbits. *Frontiers in microbiology*, 7:430.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization, 2021. Eradication of *Acidovorax citrulli* from Emilia Romagna. <https://gd.eppo.int/reporting/article-1929>. Erişim tarihi: 17.01.2021.
- Feng J, Schuenzel EL, Li J, Schaad NW, 2009. Multilocus sequence typing reveals two evolutionary lineages of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Phytopathology*, 99(8):913-920.
- Fessehaie A, Walcott RR, 2005. Biological control to protect watermelon blossoms and seed from infection by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Phytopathology*, 95:413-419.
- Ha Y, Fessehaie A, Ling KS, Wechter WP, Keinath AP, Walcott RR, 2009. Simultaneous detection of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* and *Didymella bryoniae* in cucurbit seedlots using magnetic capture hybridization and real-time polymerase chain reaction. *Phytopathology*, 99(6):666-678.
- Hopkins DL, 1989. Bacterial fruit blotch of watermelon: a new disease in the eastern USA. In *Proceedings Cucurbitaceae*, 89: 74-75.
- Hopkins DL, Thompson CM, Elmstrom GM, 1993. Resistance of watermelon seedlings and fruit to the fruit blotch bacterium. *HortScience*, 28:122–123.
- Hopkins DL, 1995. Copper-containing fungicides reduce the spread of bacterial fruit blotch of watermelon in the greenhouse. *Phytopathology*, 85:510.
- Hopkins DL, Cucuzza JD, Watterson J, 1996. Wet seed treatments for the control of bacterial fruit blotch of watermelon. *Plant Disease*, 80:529-532.
- Hopkins DL, Thompson CM, 2002. Evaluation of *Citrullus* sp. germ plasm for resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Plant Disease*, 86:61–64.
- Hopkins DL, Thompson CM, Hilgren J, Lovic B, 2003. Wet seed treatment with peroxyacetic acid for the control of bacterial fruit blotch and other seedborne diseases of watermelon. *Plant Disease*, 87:1495-1499.
- Hopkins DL, Thompson CM, Lovic B, 2009. Management of transplant house spread of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* on cucurbits with bactericidal chemicals in irrigation water. *Plant Health Progress*, 10(1): 29.
- Horuz S, Aysan Y, 2012. Outbreak of bacterial fruit blotch disease on melon and watermelon in Çukuroba region, Turkey. *Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae*. 15-18 Ekim 2012, Antalya, p 763-766.
- Isakeit T, Black MC, Barnes LW, Jones JB, 1997. First report of infection of honeydew with *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Plant Disease*, 81(6):694-694.

- Islam MR, Hossain MR, Kim H-T, Nath UK, Abuyusuf M, Jung H-J, Park J-I, Nou I-S, 2020. Molecular characterization of *Acidovorax citrulli* strain NIHHS15-280 causing bacterial fruit blotch disease in Korea and screening of resistance sources in melon. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 61:115–126.
- İnik F, 2018. Iğdır İlinde Kavun Bitkisinde Hastalığa Neden Olan *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*'nin İzolasyonu ve Tanısı. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Basılmış).
- Kubota M, Hagiwara N, Shirakawa T, 2012. Disinfection of seeds of cucurbit crops infested with *Acidovorax citrulli* with dry heat treatment. *Journal of Phytopathology*, 160(7-8):364-368.
- Langston Jr DB, Walcott RD, Gitaitis RD, Sanders Jr F, 1999. First report of a fruit rot of pumpkin caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Georgia. *Plant Disease*, 83(2):199-199 Latin RX, Rane KK, 1990. Bacterial fruit blotch of watermelon in Indiana. *Plant Disease*, 74(4).
- Latin RX, Hopkins DL, 1995. Bacterial fruit blotch of watermelon. The hypothetical exam question becomes reality. *Plant Disease*, 79(8):761-765.
- Ma S, Wehner TC, 2015. Flowering stage resistance to bacterial fruit blotch in the watermelon germplasm collection. *Crop Science*, 55(2):727-736.
- Martin HL, O'Brien RG, Abbott DV, 1999. First report of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* as a pathogen of cucumber. *Plant Disease*, 83(10):965-965.
- Martin HL, Horlock CM, 2002. First report of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* as a pathogen of Gramma in Australia. *Plant Disease*, 86(12):1406-1406.
- McCreight JD, 2003. Genes for resistance to powdery mildew races 1 and 2 US in melon PI 313970. *HortScience*, 38:591–594.
- Mirik M, Aysan Y, Şahin F, 2006. Occurrence of bacterial fruit blotch of watermelon caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in the Eastern Mediterranean region of Turkey. *Plant Disease*, 90(6):829.
- O'Brien RG, Martin HL, 1999. Bacterial blotch of melons caused by strains of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39: 479–485.
- Rane KK, Latin RX, 1992. Bacterial fruit blotch of watermelon: Association of the pathogen with seed. *Plant Disease*, 76: 509-512.
- Ren YZ, Li H, Li GY, Wang QY, Li JQ, 2006. First report of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* infecting edible seed watermelon (*Citrullus lanatus* var. *lanatus*) in China. *Plant disease*, 90(8):1112-1112.
- Sales Júnior R, Menezes J, 2001. Mapeamento das doenças fúngicas, bacterianas e viróticas do cultivo do melão no Estado do RN. Mossoró Escola Superior de Agricultura de Mossoró.
- Schaad NW, Postnikova E, Sechler A, Claflin LE, Vidaver AK, Jones JB, Ramundo BA, 2008. Reclassification of subspecies of *Acidovorax avenae* as *A. avenae* (Manns 1905) emend., *A. cattleyae* (Pavarino, 1911) comb. nov., *A. citrulli* Schaad et al., 1978) comb. nov., and proposal of *A. oryzae* sp. nov. *Systematic and applied microbiology*, 31(6-8): 434-446.
- Schaad NW, Postnikova E, Randhawa P, 2003. Emergence of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* as a crop threatening disease of watermelon and melon. In *Pseudomonas syringae* and related pathogens (pp. 573-581). Springer, Dordrecht.
- Shen MA, Wehner TC (2015) Flowering stage resistance to bacterial fruit blotch in the watermelon germplasm collection crop science. *Crop Sci* 55:727–736.
- Silva GM, Souza RM, Yan L, Júnior RS, Medeiros FH, Walcott RR, 2016. Strains of the group I lineage of *Acidovorax citrulli*, the causal agent of bacterial fruit blotch of cucurbitaceous crops, are predominant in Brazil. *Phytopathology* 106:1486–1494.
- Somodi GC, Jones JB, Hopkins DL, Stall RE, Kucharek TA, Hodge NC, Watterson JC, 1991. Occurrence of a bacterial watermelon fruit blotch in Florida. *Plant Disease*, 75:1053-1056.
- Sowell GJR, Schaad NW, 1979. *Pseudomonas pseudoalcaligenes* subsp. *citrulli* on watermelon: seed transmission and resistance of plant introductions. *Plant Disease*, 63:437-441.
- Thibault B, Lecomte P, Hermann L, Belouin A, 1986. Assessment of the susceptibility to *Erwinia amylovora* of 90 varieties or selections of pear. In IV International Workshop on Fire Blight 217:305-310.

- Tomita Y, Ogawara T, Shirakawa T, Sato M, Kashima T, Nakanishi H, 2006. Occurrence of bacterial fruit blotch of melon caused by *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Ibaraki prefecture. Jpn Journal of Phytopathology 72: 312.
- Townsend GK, Heuberger JW, 1943. Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Reporter, 27:340-343.
- Ustun N, Arslan N, 2016. Screening of some cucurbits cultivars for tolerance to bacterial fruit blotch pathogen *Acidovorax citrulli* in Turkey. In VII International Scientific Agriculture Symposium," Agrosym 2016", Jahorina,6-9 October 2016, pp. 1658-1661.
- Ünlü M, Kurum R, Sülü SM, Kırışık M, 2018. Determination of resistance status of melon landraces against *Acidovorax citrulli* and *Aphis gossypii* (Glover) in Turkey. In XXX International Horticultural Congress IHC2018: International Symposium on Tropical and Subtropical Vegetable Production: 1257:pp. 51-56.
- Walcott RR, Fessehaie A, Castro AC, 2004. Differences in pathogenicity between two genetically distinct groups of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* on cucurbit hosts. Journal of Phytopathology, 152:277–285.
- Wall GC, Santos VM, Cruz FJ, Nelson DA, Cabrera I, 1990. Outbreak of watermelon fruit blotch in the Mariana islands. Plant Disease, 74:(1).
- Wang, X., L. Zhang, F.-S. Xu, L.-H. Zhao, and G.-L. Xie. 2007. Immuno-capture PCR method for detecting *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* from watermelon. Chin. J. Agr. Biotechnol. 4:173–179.
- Wechter WP, Levi A, Ling KS, Kousik C, Block CC, 2011. Identification of resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* among melon (*Cucumis* spp.) plant introductions. HortScience, 46:207–212.
- Yılmaz M, Ünlü A, Gözen V, Ünlü M, Aras V, Kurum R, İçöz SM, 2012. Evaluation of some native cucurbits (watermelon, melon and cucumber) for resistance to *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* in Turkey. Proceedings of the Xth EUCARPIA Meeting on Genetics and Breeding of Cucurbitaceae October 15-18, Antalya-Turkey.
- Zitter TA, Hopkins, DL, Thomas, CE, 1996. Compendium of cucurbit diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN.