Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV)

VİRÜS'ÜN CİNSİ

Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV), Tütün mozaik virüsü (TMV) ve Domates mozaik virüsü (ToMV) gibi bir *Tobamovirus*'tür. *Tobamovirus*'ler Pozitif polariteli tek iplikli RNA molekülüne sahiptir. ToBRFV EPPO Uyarı Listesinde yer almaktadır.

BİYOLOJİSİ

ToBRFV, domateste *Tobamovirus* 'lere dayanıklılığı sağlayan Tm-2^2 dayanıklılık geninin üstesinden gelebilir ve bu sebeple TMV ve ToMV dayanıklı çeşitler bu yeni virüse hassas durumdadır. Şu anda ToBRFV'ye dayanıklı domates çeşidi bulunmamaktadır.

YAYILIŞI

ToBRFV, enfekteli tohumlarla ve mekanik yollarla konukçu bitkilere taşınmaktadır. Virüs küçük yaralardan bitkiye giriş yapar. Konukçu bitki olmadan kıyafetlerde, bitki artıklarında, toprakta bulunabilir ve taşıma materyallerinde uzun bir süre virülensliğini kaybetmeden kalabilir.







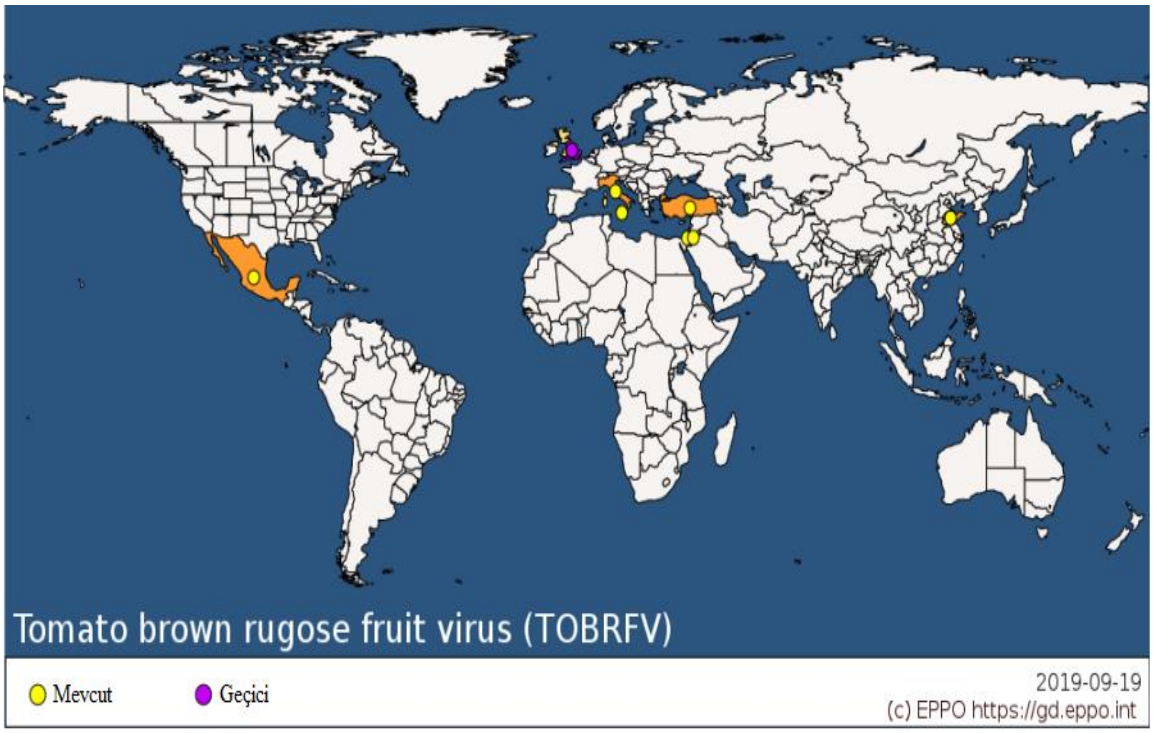
DOMATESTE TM-2^2 DAYANIKLILIK GENİNİN KIRILMASI (2014)







Virüsün Tarihçesi ve Coğrafik Dağılımı



- ToBRFV, ilk olarak 2014'ün sonlarında İsrail'de keşfedilmiştir.
- 2015 yılında İsrail'in domates yetiştirilen Melilot, Beit Ezra ve Achituv alanlarına yayılmıştır.
- İlk olarak 2016 yılında Ürdün'de rapor edilmiştir (Salem vd. 2016).
- Etmen 7 ay sonra İsrail'in Ramat Negev Bölgesine ve daha sonra da ülkenin genelinde domates yetiştirilen seralara yayılmıştır (Luria vd. 2017).
- Meksika (Yurecuaro ve Tanhuato)'da 2018 yılında domates ve chili biberlerde (Cambrón-Crisantos vd. 2018),
- ABD'nin Kaliforniya eyaletinde 2018 yılında domateste (Chitambar 2018),
- Almanya'da 2018 yılında domateste (Menzel vd. 2019),
- İtalya Sicilya'da 2018'de domateslerde görülmüştür (Panno vd 2019).
- Filistin'den (Alkowni ve ark. 2019), Çin'den (Yan vd. 2019) ve İngiltere'den (Skelton vd. 2019)'den de rapor edilmiştir.
- Türkiye'de ise 2019 yılında domates bitkilerinin yaprak ve meyve örneklerinde varlığı belirlenmiştir (Fidan vd. 2019).

Tomato Brown Rugose Fruit Virus Hastalığının Simptomları



Yapraklarda klorotik mozaikler, buruşma ve deformasyonlar, $Tm2^2$ dayanımı olan çeşitlerde meyvede düzensiz sarı halkalar meydana gelirken; dayanımı olmayan çeşitlerde kahverengi buruşuk (rugose) lekeler oluşmaktadır. Bazı çeşitlerde kalikste nekrotik lekeler oluşturmaktadır.



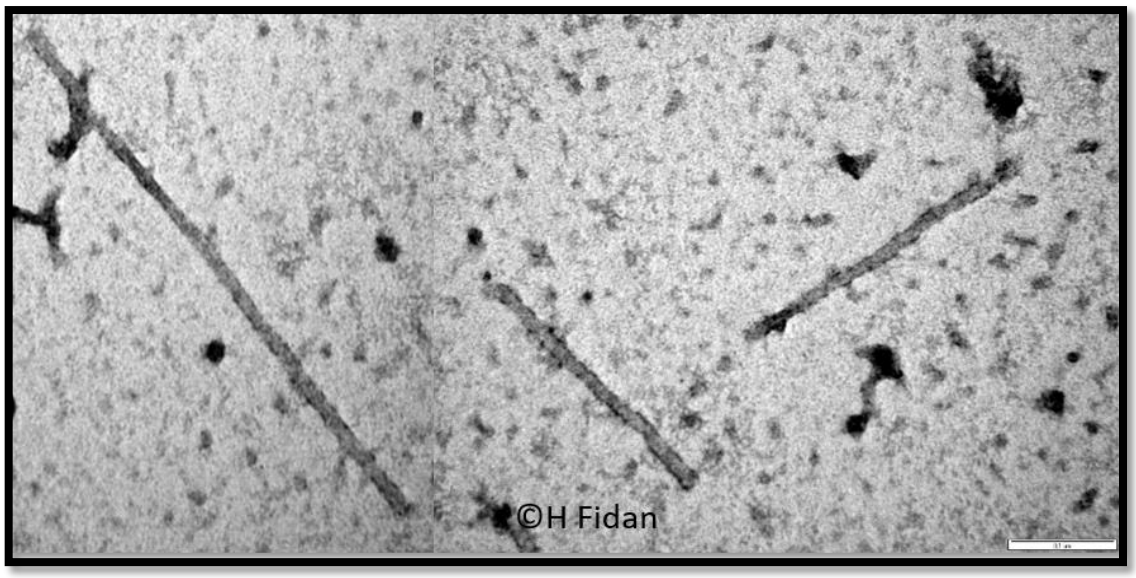
$Tm2^2$ dayanımı olan çeşitlerde meyvede renk dönümüne kadar simptom vermezken, $Tm2^2$ dayanımı olmayan çeşitlerde genellikle kahverengi lekeler şeklinde görülebilir. Bu simptomlar çeşide göre farklılık gösterebilir. Salkım domateslerde; salkımdaki 5 meyveden bazılarında görünürken bazılarında görülmeyebilir.

MOLEKÜLER YÖNTEMLERLE TANIMLANMASI

Pozitif polariteli tek iplikli RNA içeren ToBRFV'nin Elektron Mikroskobu Görüntüsü

ToBRFV, virüs parçacıklarının uzun, simetrik çubuklar olması bakımından diğer *Tobamovirus*'lere benzemektedir. Bu nedenle, elektron mikroskopisi ile gözlem yapılarak ayırt edilememektedir.

Tobamovirus cinsi diğer virüsler (*Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Pepper mild mottle virus* (PMMoV), *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV)) ile ToBRFV'nin çok kararlı ve çok bulaşıcı olmaları gibi birçok ortak yönü bulunmaktadır. Serolojik olarak tespit edilmesinde hatalı sonuçlar elde edildiğinden mutlaka RT-PCR, qRT-PCR ve sekanslama metotlarıyla tespit edilmelidir.



DAS-ELISA testlemelerinde uygulanabilirliği yüksek, güvenli bir protokol bulunmamaktadır. Mümkün olduğu sürece RT-PCR ya da qRT-PCR (Real TimeRT-PCR) ile test edilmelidir. Bitkinin bütün aksamlarından alınan numuneler, kolaylıkla test edilebilmektedir.

Tohumlar için en az 3000 tohumun test edilmesi gerekmektedir. Test edilirken 250'şerlik partilerde 12'ye bölüp test etmek ve çimlendirerek yapmak test güvenirliği açısından önemlidir.

ToBRFV'nin TAŞINMA ve YAYILMA YOLLARI

Birincil taşınma kaynakları

Tohum

Toprak

Yabancı otlar

İkincil taşınma yolları

Tarım aletleri

İnsan eli

Tozlayıcı böcekler



TOBRFV RİSK YÖNETİMİ

ToBRFV enfeksiyonundan şüphelenildiği durumlar için öneriler nelerdir?

İlk olarak, simptomların tipik *Tobamovirus* simptomlarıyla eşleşip eşleşmediğini kontrol edilmelidir. Daha sonra şüpheli bitkiler ve çevresindeki bitkiler izole edilmeli (en az 1,5 metre önerilir) ve hijyenik önlemler alınmalıdır. *Tobamovirus*'leri tanılamayı sağlayan moleküler yöntemlerle test edilmelidir.

Tobamovirus simptomları, $Tm2^2$ dayanıklılık geni olan bir çeşitte ortaya çıkarsa, ToBRFV olma olasılığını artar. Ancak doğrulama için moleküler bir teste ihtiyaç duyulacaktır. ToBRFV genomuna özgü dizayn edilmiş tanılama kitleri kullanılarak test yapılması teşhisin koyulması ve gereken önlemlerin alınması için en doğru sonucu verecektir.

Ticari domates çeşitleri nasıl etkilenecek?

ToMV ve TMV'ye karşı yüksek direnci olan Domates F1 çeşitleri bile bu yeni virüsten ciddi şekilde etkilenebilir. Simptomların hafif olduğu veya mevcut olmadığı çeşitlerin enfekte olması mümkündür; çünkü bitkiler düşük virüs konsantrasyonuna sahip olabilir. Ayrıca bir *Tobamovirus* enfeksiyonunda simptomların çevresel koşullara, özellikle ışık ve sıcaklığa bağlı olarak değişebileceği unutulmamalıdır.

Enfekte olmuş bitkileri iyileştirmek için kimyasallar kullanılabilir mi?

Enfekte olmuş bir bitkiyi tedavi etmek için hiçbir kimyasal kullanılamaz; ancak yüzeyleri ve aletleri dezenfekte etmek için dezenfektanların kullanılması gibi önlemler virüsün yayılmasını kontrol etmede yardımcı olabilir.

ToBRFV tohumda bulunabilir mi, nasıl tespit edilir?

ToBRFV, diğer *Tobamovirus*'ler gibi domates ve biber tohumunda ortaya çıkabilir. Tohum yüzeyinde ve daha az bir oranda endospermde bulunduğu bilinmektedir ve enfeksiyonunu yıllarca koruyabilmektedir. Tüm tohum kaynakları (deneysel, ebeveyn, deneme çeşitleri veya ticari) test edilmelidir. Testlemelerde domates ve biber için 3000 tohum teste alınmalı, testleme 250'şerlik 12 lot halinde yapılmalıdır.

ELISA (Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay) metoduyla, ToBRFV'nin tohumlardaki varlığını değerlendirmek üzere bir ön-tanılama yapılabilir. Bu test ile virüsün kılıf proteininin varlığı tespit edilir, ancak virüsün canlı olup olmadığını belirlemez. Bu nedenle, RT-PCR (Reverse Transcriptase Polymerase Chain Reaction) analizi gibi doğrulayıcı bir moleküler test ile sonuç desteklenmelidir. *Tobamovirus*'ler ve diğer bitki patojenleri için **Akdeniz Üniversitesi Tarımsal Biyoteknoloji ve Tohumculuk Araştırma Merkezi (ATOM)** tespit çalışmalarını aktif olarak yürütmektedir.

ToBRFV YAYILIMINI SINIRLAMAYA YÖNELİK ÖNERİLER



TEMİZ ÜRETİM MATERYALİ

Tohumlar steril olmalı, aşılamadan ve bitki transferinden önce ToBRFV'nin görünür simptomlarını incelenmelidir. Simptom göstermeyen enfekteli tohumların da olabileceği unutulmamalıdır.



KONTROLLÜ BİTKİ DİKİMİ

Dikim esnasında enfekteli bitkiler tespit edilirse, yakındaki diğer fidelerin de enfekte olması mümkündür. Bu durumda, ToBRFV varlığını doğrulamak ve daha sonra en dıştaki simptomatik bitkinin en az 1,5 metre ötesindeki tüm bitkileri ortadan kaldırmak gerekmektedir.



ENFEKTELİ BİKİLERİN İMHASI

Bitki çıkarma işlemi sırasında diğer yüzeylere dokunmamaya dikkat edilmelidir. İşlemden bir gün önce çıkarılacak bitkilere sulamanın kesilmesi, bitki özsuyu transferiyle yayılım riskinin daha düşük olmasını sağlayacaktır. Enfekte bitkiler içeren tüm bitki tepsileri sterilize edilmeli veya yok edilmelidir. Tüm ürün döküntüleri gömülmeli veya yakılmalıdır. Kullanılan tüm alet ve ekipmanlar dezenfekte edilmelidir.



ALET-EKİPMAN TEMİZLİĞİ

Çalışma alanları, aletler veya makinalar temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir. Potasyum peroksi-monosülfat veya yeni hazırlanmış %0,5 Sodyum hipoklorit (NaOCl) dahil olmak üzere çeşitli ürünler etkili dezenfektanlar kullanılabilir.

YETİŞTİRİCİLİK ESNASINDA;

SAĞLIKLI ÜRÜN İÇİN;

• Seralara yalnızca temiz (yıkanmış) giysilerle girin. Farklı sera ya da fidelikleri girmiş kişileri, kıyafetlerini değiştirmeden veya tek kullanımlık temiz kıyafetler giymeden ve ellerini yıkamadan seranıza fideliğinize almayın.

• Gereksiz ziyaretleri önleyin ve gerekli değilse bitkilere kesinlikle dokunmayın.

• Giysilerin enfekteli fidelik-seralara maruz kalmak yoluyla ve hatta evde domates yerken bile kirlenebileceğini unutmayın.

• Bitkilere dokunmadan önce ve sonra ellerinizi sabun veya dezenfektanla yıkayarak iyi hijyen uygulamalarını takip edin. El yıkama işlemini iyileştirmek için küçük bir tırnak fırçası kullanın.

• Tercihen kullanımdan sonra serada kalacak koruyucu giysiler kullanın.

• İş ayakkabılarınızı seraya girmeden önce ve seradan ayrıldıktan sonra dezenfektanla temizleyin.

•Dezenfektan ile her bitkiden sonra kesici aletleri ve diğer aletleri sterilize edin.

ENFEKTELİ ÜRÜN İÇİN;

•Enfekteli bir bitki tespit edilirse uzman bir laboratuvar tarafından teşhisin onayı alın.

•Simptomatik bitkileri dikkatlice çıkarın ve iplerdeki kalıntıları önleyecek şekilde gömmek veya yakmak suretiyle yok edin.

• Enfekte olmuş her seraya ayrı bir birim olarak muamele edin. Her bölümün kendine ait alet ve ekipmanı olmalı bunlar diğer bölümlere taşınmamalıdır. Laboratuvar önlüğü, eldivenler ve aletler kullanın, bunları serada muhafaza edin.

• Sigara içmeyin! İçiyorsanız ellerinizi iyice yıkamadan seraya girmeyin ve sigara içen insanları seranıza sokmayın.

• Serada yayılmayı önlemek için, enfekte olmuş bitkilerin bulunduğu alanı çevreleyen alan en son çalışılmalıdır.

• Kullanılan kasalardan sera malzemelerine kadar (plastikten metal aksama kadar) her şey dezenfektan ile dezenfekte edilmelidir.

• Alet ekipmanları seradan seraya taşımamaya özen gösterin.





ÖZETLE ToBRFV HAKKINDA ÖNEMLİ NOTLAR

1.ToBRFV, Tm-2^2 dayanıklılık geni bulunduran domates çeşitlerinde bile ciddi enfeksiyonlara neden olabilen çok şiddetli, çok agresif bir virüstür.

2.Bu virüs, özellikle yoğun üretim uygulamalarında mekanik iletim yoluyla hızlı ve kolay bir şekilde yayılabilir.

3.Belirtiler çeşitliliğe göre değişebilir ve bazı durumlarda enfekte olmuş çeşitlerde meyveler olgunlaşıncaya kadar simptom görülmeyebilir. Tipik olarak, enfekteli bitkiler şiddetli simptomları olan meyvelere sahiptir.

4.Yaprak belirtileri arasında mozaik, eğreltiotu yaprağı simptomu; kalikste, gövdede ve meyvelerde kahverengileşmeler görülür.

5.Virüs, TMV veya ToMV gibi diğer *Tobamovirus*'lere benzer şekilde davranır, ancak simptomlar (özellikle meyvede) çok daha şiddetli olabilir.

6.Virüs KOLAYCA bitkilerden tesise işçiler tarafından, bombus arıları, hatta kökten kök temasıyla taşınabilir. Enfeksiyon bulunan bir seradan gelen kişi uygun sanitasyon önlemleri yoksa, bu virüsü seraya sokabilir.

7.ToBRFV çok stabildir ve enfekte olmuş döküntülerde, toprakta veya kirlenmiş yüzeylerde uzun süre hayatta kalabilir.

8.Özellikle domateslerde kontrol sağlamak için *Tobamovirus*'e karşı genetik dayanıklılığa güvenmeyin. Temiz giysiler, aletler ve ekipmanlarda katı hijyen önlemleri uygulanmalıdır.

9.Simptomatik bitkiler seradan çıkarılmalı ve imha edilmelidir; ancak çok dikkatli bir şekilde, diğer bitki veya yüzeylere dokunmadan çıkarılmasına dikkat edilmelidir. Enfekteli seralardan temiz seralara geçilmemelidir.

10.*Tobamovirus* simptomları özellikle genetik dayanıklılığa sahip çeşitlerde tespit edilirse, tanılama için profesyonel bir onay alınmalıdır.

11.Genel olarak, önleme için en iyi hijyen uygulamaları çok önemlidir. İşçiler seralar arasında hareket ederken özellikle tek kullanımlık giysi, eldivenler ve koruyucu kıyafetler giymelidir. Virüs tespit edilmemiş olsa bile, bu standart bir prosedür olarak uygulanmalıdır.