

## TOHUMLARLA TAŞINAN BAKTERİYEL HASTALIKLAR

Kubilay K. BAŞTAŞ\*

Salih MADEN\*\*

### ÖZET

Tohum en önemli bitkisel üretim materyalidir. Tohum kaynaklı bakteriyel patojenler, bitkilerde ürün ve tohum kalitesi üzerinde büyük zararlara sebep olmaktadır. Bu makalede tohum kaynaklı bakteriyel hastalıkların taşınma durumları ve tüm mücadele olanaklarının incelenmesi hedeflenmektedir.

### BACTERIAL DISEASES TRANSMITTED BY SEEDS

### ABSTRACT

Seed is the most important generative production material. Seedborne bacterial pathogens cause high damages on yield and seed quality on plants. This paper deals with seedborne bacterial diseases transmission situations and all control possibilities.

### GİRİŞ

Tohum, bitkisel üretimin en önemli ve temel öğelerinden birisidir. Günümüzde dünyada yılda tahminen 127.400.000 ton tohumluk kullanıldığı ifade edilmektedir. Bu miktarın parasal değeri 40-50 milyar dolar düzeyindedir. Bazı tahminlere göre ticari amaçlı tohum üretimi yaklaşık 30 milyon dolardır (Erkan, 1998).

Tohum kaynaklı bakteriler bitkisel üretimde değişik yollarla etkili olmakta ve önemli kayıplara neden olabilmektedirler. Bu etmenler, özellikle bitkilerden alınan ürün ile tohum kalitesi üzerinde etkilidirler. Bitkilerde hastalık yapan bakteriyel patojenlerin tohum ile taşınmasına ilişkin kayıtlar; 1892 yılında New York'ta fasulye tohumlarında *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* adlı bakterinin tespitiyle olmuştur (Erkan, 1998, Maude, 1996). Tohum kaynaklı bakteriyel patojenler; bitkilerden elde edilen ürün miktarının azalması (%15-30 arasında), tohumun çimlenme yeteneğinin azalması veya kaybolması, bitki hastalıklarının gelişimi, tohumlarda renk ve şekil değişiklikleri, tohumlarda biyokimyasal değişimler ve toksin oluşumu, tohum oluşumunun veya olgunlaşmasının engellenmesi, tohumlarda çürüme, tohumlarda yaş çürüklük gibi simptomlara sebep olmaktadır (Neergaard, 1988).

### TOHUM KAYNAKLI BAKTERİYEL PATOJENLER ve TAŞINMALARI

#### 1. Tohum Kaynaklı Bakteriyel Patojenler

Ekonomik öneme sahip bazı bitkilerin, tohumlarında taşınabilen, bakteriyel patojenler aşağıda verilmiştir (Agarwal, 1997, Anonymous, 1996, Lelliott and Stead, 1987, Maude, 1996);

---

\* Araş. Gör., Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kampüsü/Konya

\*\* Prof. Dr., Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Dışkapı/Ankara

## Tohumlarla Taşınan Bakteriyel Hastalıklar

<i>Avena sativa</i> (Yulaf)	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronafaciens</i> (Bakteriyel Yanıklık) <i>P. s.</i> pv. <i>striafaciens</i> (Bakteriyel Çizgi Yanıklığı)
<i>Beta vulgaris</i> (Pancar)	<i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> pv. <i>betae</i> (Bronzlaşma) <i>P. s.</i> pv. <i>aptata</i> (Bakteriyel Yanıklık, Yaprak Lekesi)
<i>Brassica</i> spp. (Haçlıgiller)	<i>P. s.</i> pv. <i>maculicola</i> (Bakteriyel yaprak lekesi) <i>Pseudomonas</i> spp. <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> (Siyah çürüklük) <i>X. c.</i> pv. <i>raphani</i> (Bakteriyel yaprak lekesi)
<i>Capsicum</i> spp. (Biber)	<i>Burkholderia solanacearum</i> (Kahverengi çürüklük) <i>Erwinia</i> spp. <i>Pseudomonas</i> spp. <i>P. s.</i> pv. <i>tomato</i> <i>X. vesicatoria</i> (Meyve bakteriyel lekesi, dal ve yap. yanık.)
<i>Cucumis sativus</i> (Hıyar)	<i>P. s.</i> pv. <i>lachrymans</i> (Köşeli yaprak lekesi) <i>X. cucurbitae</i> (Bakteriyel yap. lekesi)
<i>Cucurbita</i> spp. (Kabak)	<i>X. cucurbitae</i> (Bakteriyel yaprak lekesi)
<i>Daucus carota</i> (Havuç)	<i>X. hortorum</i> pv. <i>carotae</i> (Bakteriyel yanıklık, kökte uyuz)
<i>Glycine max</i> (Soya fasülyesi)	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Burkholderia solanacearum</i> <i>Clavibacter</i> spp. (Fide solgunluğu, bodurluk) <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> (Solgunluk) <i>P. savastanoi</i> pv. <i>glycinea</i> (Bakteriyel yanıklık) <i>P. syringae</i> pv. <i>tabaci</i> (Vahşi ateş) <i>Pseudomonas</i> spp. <i>X. axonopodis</i> pv. <i>glycines</i> (Bakteriyel püstül)
<i>Gossypium</i> spp. (Pamuk)	<i>X. a.</i> pv. <i>malvacearum</i> (Ölü kol, bak. yanıklık, köşeli yap. lekesi)
<i>Hordeum vulgare</i> (Arpa)	<i>P. s.</i> pv. <i>atrofaciens</i> (Kavuz çürümesi) <i>P. s.</i> pv. <i>syringae</i> (Arpa dane yanıklığı) <i>X. translucens</i> pv. <i>translucens</i> (Siyah sap, yaprak yanıklığı)
<i>Lactuca sativa</i> (Marul)	<i>Pseudomonas cichorii</i> (Yaprak yanması) <i>X. a.</i> pv. <i>vitians</i>
<i>L. esculentum</i> (Domates)	<i>Bacillus polymyxa</i> <i>Burkholderia solanacearum</i> <i>Clavibacter michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i> (Bakter. kanser) <i>C. m.</i> subsp. <i>sepedonicus</i> (Patates halka çürüklüğü) <i>Pseudomonas corrugata</i> (Nekroz) <i>P. s.</i> pv. <i>tomato</i> (Bakteriyel yaprak lekesi, benek)

	<i>X. vesicatoria</i> (Bakteriyel leke, Kara lekè)
<i>Medicago sativa</i> (Yonca)	<i>C. m. subsp. insidiosus</i> (Bakteriyel solgunluk) <i>X. a. pv. alfalfae</i> (Bakteriyel yaprak ve sap lekesi)
<i>Nicotiana tabacum</i> (Tütün)	<i>E. carotovora subsp. carotovora</i> <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Filipin yaprak lekesi) <i>P. s. pv. mellea</i> (Wisconsin yaprak lekesi) <i>P. s. pv. tabaci</i> (Vahşi ateş) <i>Rhodococcus fascians</i> (Yassılaşıma) <i>X. fragariae</i> (Yaprak lekesi)
<i>Oryza sativa</i> (Çeltik)	<i>Burkholderia glumae</i> <i>Erwinia herbicola</i> <i>Acidovorax avenae</i> <i>P. fuscovaginae</i> (Bakteriyel kın çürüklüğü) <i>P. s. pv. syringae</i> <i>X. oryzae pv. oryzae</i> (Bakteriyel yaprak yanıklığı) <i>X. oryzae pv. oryzicola</i> (Yaprak çizgi yanıklığı)
<i>Phaseolus vulgaris</i> (Fasülye)	<i>Clavibacter spp.</i> ( Kahverengi sap ) <i>Curtobacterium flaccumfaciens</i> ( Bakteriyel solgunluk ) <i>Enterobacter nimipressuralis</i> <i>P. syringae pv. aceris</i> <i>P. syringae pv. syringae</i> ( Bakteriyel kahverengi leke ) <i>P. savastanoi pv. phaseolicola</i> ( Haleli yanıklık, yağ lekesi ) <i>P. viridiflava</i> <i>X. a. pv. phaseoli</i> ( Bakteriyel yanıklık ) <i>X. fragariae</i> ( Mor leke )
<i>Pisum sativum</i> (Bezelye)	<i>P. savastanoi pv. phaseolicola</i> <i>P. s. pv. pisi</i> ( Bakteriyel yanıklık ) <i>X. fragariae</i> ( Mor leke )
<i>Prunus spp.</i> ( Erik, kayısı, kiraz, şeftali )	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> <i>P. syringae</i>
<i>Raphanus sativus</i> ( Turp )	<i>X. c. pv. raphani</i>
<i>Secale cereale</i> (Çavdar)	<i>X. translucens pv. undulosa</i> (Siyah sap)
<i>Sesamum indicum</i> (Susam)	<i>P. s. pv. sesami</i> (Bakteriyel yaprak lekesi) <i>X. c. pv. sesami</i> (Bakteriyel yaprak lekesi)
<i>Solanum tuberosum</i> (Patates)	<i>Erwinia spp.</i>

## Tohumlarla Taşınan Bakteriyel Hastalıklar

<i>Trifolium</i> spp. (Üçgül, tırfıl)	<i>Bacillus megaterium</i> pv. <i>ceralis</i> <i>C. michiganensis</i> subsp. <i>insidiosus</i> <i>Erwinia caratovora</i> subsp. <i>caratovora</i> <i>Burkholderia solanacearum</i>
<i>Triticum aestivum</i> (Buğday)	<i>Bacillus megaterium</i> pv. <i>ceralis</i> (Beyaz benek) <i>Rathayibacter iranicus</i> (Sarı incelme hast.) <i>C. m.</i> subsp. <i>nebraskensis</i> <i>Rathayibacter tritici</i> (Sarı incelme hastalığı) <i>Erwinia rhapontici</i> (Mor dane) <i>P. syringae</i> (Yaprak nekrozu) <i>P. s.</i> pv. <i>atrofaciens</i> (Kavuz dibi çürümesi, Başak çürüklüğü) <i>X. translucens</i> pv. <i>translucens</i>
<i>Zea mays</i> (Mısır)	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>nebraskensis</i> (Solgunluk) <i>Erwinia chrysanthemi</i> pv. <i>zea</i> <i>E. herbicola</i> <i>Pantoea stewartii</i> subsp. <i>stewartii</i> (Bakt. Solgun., Yap. Yanık) <i>P. syringae</i> (Bakteriyel leke, Yap. yanması, Tepe çürüklüğü) <i>P. syringae</i> pv. <i>lapsa</i>

### 2. Tohum Kaynaklı Bakteriyel Patojenlerin Yaşam Süreleri

Tohumların yüzey kısmında bulunan bakteriyel etmenler 2-3 yıl süreyle yaşamlarını devam ettirmektedirler. Bakterilerin salgıladığı exudatların değişik ortam koşullarında bir çok bakterinin yaşamını artırdığı ifade edilmektedir. Örneğin bazı *Xanthomonas* spp.'ler tarafından meydana getirilen xanthan adlı metabolik ürün tohumların yüzeyindeki bakteriler için koruyucu bir tabaka oluşturmakta ve bu nedenle patojenlerin yaşam süreleri uzamaktadır.

Tohum kaynaklı bakterilerin bazı bitkilerde maksimum yaşam süreleri; *C. f.* pv. *flaccumfaciens* fasülyede 8-24 yıl, *C. m.* subsp. *insidiosus* yoncada 3 yıl, *R. tritici* buğdayda 5 yıl, *E. c.* subsp. *caratovora* üçgülde 19 yıl, *P. savastanoi* pv. *glycinea* soyada 2 yıl, *P. syringae* pv. *lachrymans* huyarda 8 ay, *P. savastanoi* pv. *phaseolicola* fasülyede 2-3 yıl, *P. syringae* pv. *tabaci* tütünde 1.5 yıl, *X. c.* pv. *campestris* lahanada 3 yıl, *X. a.* pv. *malvacearum* pamukda 4 yıl, *X. oryzae* pv. *oryzae* çeltikde 2 yıl, *X. a.* pv. *phaseoli* fasülyede 15 yıl, *X. a.* pv. *phaseoli* soyada 2 yıl, *X. t.* pv. *translucens* buğdayda 3 yıl, *X. vesicatoria* biberde 10 yıl olarak belirlenmiştir (Agarwal, 1997, Anonymous, 1996, Neergaard, 1988).

### 3. Tohum Kaynaklı Bakteriyel Patojenlerin Hastalık Oluşturdukları yada Bulaştıkları Kısımlar

Yapılan araştırmalardan elde edilen bulgulara göre bakteriyel patojenlerin tohumlarda buldukları kısımlar;

**A. Testa (Tohum kabuğu)** Örneğin; Soya fasülyesi (*Bacillus subtilis* ve *Clavibacter* spp.), Fasülye (*X. a.* pv. *phaseoli*), Bezelye (*P. s.* pv. *pisi*), Hıyar (*P. s.* pv. *lachrymans*), Pamuk (*X. a.* pv. *malvacearum*), Lahana ve karnabahar (*X. c.* pv. *campestris*)

**B. Testa ve Perikarp Örneğin;** Domates (*X. c. pv. vesicatoria*), Fasülye (*C. flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* ve *P. savastanoi pv. phaseolicola*), Hıyar (*P. s. pv. lachrymans*), Biber (*C. m. subsp. michiganensis*), Lahana (*X. c. pv. campestris*)

**C. Endosperm Örneğin;** Yonca (*C. m. subsp. insidiosus*), Mısır (*Pantoea stewartii* sub sp. *stewartii*), Hıyar (*P. syringae pv. lachrymans*), Çeltik (*X. c. pv. oryzae*)

**D. Embriyo Örneğin;** Domates (*C. m. subsp. michiganensis*), Mısır (*C. m. subsp. nebraskensis*), Hıyar (*P. s. pv. lachrymans*), Fasülye (*P. s. pv. phaseolicola* ve *X. a. pv. phaseoli*), Pamuk (*X. a. pv. malvacearum*)

**E. Tohumluğun Bulaşması** Bazı bakteriler ile enfekteli bitki artıklarının tohumlar arasına girimesi de tohumların bulaşmasına neden olabilmektedir. Örneğin; Tütün tohumlarının *E. caratovora* subsp. *caratovora*, Yonca tohumlarının *C. m. subsp. insidiosus*, Fasülye tohumlarının *P. s. pv. phaseolicola*, adlı bakteriler ile bulaşabilmesi sözkonusudur (Agarwal, 1997, Anonymous, 1996, Erkan, 1998).

#### 4. Tohum Enfeksiyonu ve Tohumla Taşınmayı Etkileyen Faktörler

##### 4.1. Konukçu

Bitkiler ya da aynı bitkinin farklı çeşitleri tohum patojenlerine karşı koyma reaksiyonları gösterebilmektedir. Fasülye ve bezelye bitkilerinin bazı çeşitlerinde tohum kabuğunda *Curtobacterium flaccumfaciens pv. flaccumfaciens* adlı bakteriye karşı etkili olabilen antibakteriyel maddelerin varolduğu belirtilmektedir. Bu tür maddelerin, bakterinin tohum enfeksiyonu yapma yeteneğini azalttığı bulunmuştur.

##### 4.2. Patojen (İnokulum)

Bazı tohum patojenlerinin tohum partilerinde düşük oranlarda bulunmalarına rağmen, bu tohum partilerinin üretimde kullanılması halinde ürün kayıplarının yüksek düzeyde olduğu ileri sürülmektedir. Enfekteli tohum adedi / tohum partisindeki tohum adedi, şeklinde oran lahana tohumlarında *X. c. pv. campestris* adlı bakteri için % 0,02, domates tohumlarında *X. vesicatoria* adlı bakteri için % 1, fasülye tohumlarında *P. s. pv. phaseolicola* adlı bakteri için % 0,1 – 0,06 olduğunda, bu patojenlerin uygun ortam koşullarında yüksek düzeyde hastalık oluşturduğu bildirilmektedir.

##### 4.3. Ortam Koşulları

Tohumla taşınan etmenlerin oluşturdukları hastalıklarda, patojenlerin konukçuya yerleşmesinde ve enfeksiyonun ilerlemesinde ortam koşullarının etkisi büyüktür. Sıcaklık, nem, ışık, rüzgar, yağış miktarı, ve toprağa ilişkin özellikler (toprak reaksiyonu, toprak tipi ve toprak verimliliği) önemli çevresel faktörler arasında yer almaktadır. Bakteriyel etmenlerin oluşturdukları salgınların dolu ile arttığı belirtilmektedir. *P. s. pv. phaseolicola* adlı bakterinin ikincil yayılmasının dolu fırtınasından sonra daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır. Yağmur ile birlikte görülen rüzgar, özellikle tohum kaynaklı bazı bakteriyel etmenlerde inokulumun yayılması ve başlaması için gerekli olabilmektedir. Bu durum soya fasülyesi bitkilerinde *P. s. pv. glycinea*, fasülye bitkilerinde *P. s. pv. phaseolicola* ve tohumluk hıyar bitkilerinde ise *P. s. pv. lachrymans* adlı bakteriler için önem taşımaktadır.

#### 4.4. Diğer Faktörler

Yetiştirme teknikleri, bitkilerin enfekte olduğu evreler, ebeveyn bitkideki enfeksiyonun şiddeti patojenlerin tohum enfeksiyonuna etkili olabilmektedir.

Böceklerin ya da kırmızı örümceklerin tohum enfeksiyonunun oluşmasına yardımcı oldukları açıklanmaktadır. Örneğin mısır bitkilerinde çok sayıda böcek türünün *P. s. subsp. stewartii* adlı bakterinin bulaşık tohumlar ile yayılmasını ve açtıkları yaralar aracılığıyla patojenin girişini sağladıkları bildirilmektedir.

Pek çok araştırmacı tarafından, tohumda ya da çevresinde bulunan mikroorganizmalar arasında, antagonistik ve sinerjistik etkiler bulunduğu ifade edilmektedir. Bakteriyel etmenlerinde bu tür ilişkiler içinde yer aldığı göze çarpmaktadır. Pamuk bitkilerinde *X. a. pv. malvacearum* adlı bakterinin varlığı *Colletotrichum gossypii*, soya fasülyesi bitkilerinde *P. s. pv. glycinea* adlı bakterinin bulunması *Septoria glycines* ve fasülye bitkilerinde ise *X. a. pv. phaseoli* adlı bakterinin enfeksiyonu *Macrophomina phaseolina* adlı fungusların hastalık oluşturmalarını ve belirtilerin şiddetini olumlu yönde etkilemektedir. Buna karşın bazı bakterilerin patojen funguslara karşı antagonistik yönde etkileri de söz konusudur. Örneğin; *Bacillus subtilis* ve *Bacillus mycoides* adlı bakteriler *Fusarium udum* ve *Drechslera oryzae* adlı fungusların enfeksiyonlarına antagonistik yönde etkide bulunmaktadır (Erkan, 1998, Fahy and Persley, 1983, Neergaard, 1988).

### TOHUM KAYNAKLI BAKTERİYEL PATOJENLERLE MÜCADELE

Kültür bitkilerinin üretimini amacıyla büyük miktarlardaki tohumun ülkeler arasında ve ülkeler içinde dağılımı söz konusu olmaktadır. Diğer yandan, tohumların araştırmalar ve ıslah amaçlı çalışmalar için düşük miktarlarda değişik ülkelere gönderildiği de ifade edilmektedir. Tohum kaynaklı patojenlerin önlenmesinde, içinde birden fazla yöntemin veya taktiğin yer aldığı entegre mücadele programları değer kazanmaktadır. Bu programların inokulum kaynaklarına ve çevrenin konukçu ile patojen üzerindeki etkilerinden elden geldiği ölçüde yararlanılmaya yönelik düzenlenmesi gerekmektedir (Neergaard, 1988).

#### 1. Yasal Önlemlerin Kullanımı

Çok sayıda patojenin dünyada tohumlar aracılığıyla yayılabildiği belirtilmektedir. Patojenlerin tohumlar veya üretim materyalleri aracılığıyla yayılmalarını önlemek için bazı ülkelerde karantina servisleri ve karantina kuralları ortaya konulmuştur. Ülkemizde de, Karantina Yönetmeliğinin hastalıklarla ilgili olan, dış karantinaya ait, bakterilerle ilgili maddeleri ile iç karantina listeleri ve Avrupa Bitki Koruma Organizasyonunun (EPPO) listeleri uygulamada kullanılmaktadır.

Tohum sertifikasyonu, tohumun çoğaltılması ve üretilmesinde kalite kontrolü için birbirine bağlı olan tarla ve laboratuvar denetlemelerinin ve değerlendirmelerinin gerekli olduğu yasal olarak onaylanmış bir sistemdir. Bu sistem tohumun genetik yönden saflığı, üretimi yapılan diğer bitkilerin ya da yabancı otların tohumlarını ve diğer maddeleri bulundurma durumu, canlılığını ve ürün miktarını azaltabilen patojenlerden arı olması konularında bir tür garanti olmaktadır. Sertifikasyon aracılığıyla bazı tohum kaynaklı patojenler önlem altına alınabilmekte ve bunların yeni alanlara geçişleri kontrol edilebilmektedir (Erkan, 1998).

## 2. Tohumlarda İnokulum Tolerans Düzeylerinin Belirlenmesi

Tohum kaynaklı patojenlerde inokulum eşiği terimi, uygun ortam koşullarına sahip bir alanda hastalık meydana getirebilecek ve ekonomik kayıplara neden olabilecek düzeyde patojenler ile enfekteli veya bulaşık tohum miktarını ifade etmektedir. Temiz tohumun, bir hastalık önlem yolu olarak düşünülmesi halinde, inokulum eşiği düzeyini belirlemek önem taşımaktadır.

İnokulum eşikleri saptandığı zaman en düşük tolerans düzeyleri belirlenebilecek ve yapılacak bir tohum sağlık testi aracılığıyla izin verilen tolerans düzeylerini aşan enfekteli tohum örneklerinin dışlanması sonucu ekonomik öneme sahip olan hastalık salgınlarını önlemek için bu düzey uyarıcı olarak kullanılabilir. Buna örnek olarak; Macaristan, pamuk tohumlarında *X. c. pv. malvacearum* için %2, İngiltere, bezelye tohumlarında *P. s. pv. pisi* için 0/1 kg tohum, İngiltere, bezelye tohumlarında *P. s. pv. pisi* için 0/1 kg tohum ve yine İngiltere, fasulye tohumlarında *P. s. pv. phaseolicola* 0/5000 tohum olarak en düşük tolerans düzeyleri belirlemiştir (Maude, 1996, Neergaard, 1988).

## 3. Tohumluk Üretim Alanlarının Seçimi

Tohumluk bitkilerin üretimlerinin, hastalık gelişimi için uygun olmayan özgün iklim, toprak ve kültür koşullarına sahip olan alanlarda yapılması ile tohum kaynaklı patojenlerin etkiliklerini önlemek mümkün olabilmektedir. Genel olarak yağışı az ve oransal nemi düşük olan bölgeler inokulum miktarı az olacağı için, yüksek kaliteli tohum üretimine uygundur (Maude, 1996). Toprak koşulları inokulumun fidedere geçişini azaltıcı ve hatta önleyici yönde etkide bulunabilmektedir. Ilman iklime sahip yörelerde sıcak ve nem içeriği olan topraklarda tohumluk amacıyla yetiştirilen ürünlerde tohum kaynaklı patojenlerin enfeksiyonu düşük düzeyde olmaktadır (Erkan, 1998).

## 4. Sağlıklı Ürün Yetiştirilmesi

Bu amaçla kaliteli tohum kullanımı, kullanılacak tohum miktarı, tohum ekim zamanı, bitki arıklarındaki inokulumun yok edilmesi açısından yakma, dengeli gübreleme, ekim şekli (serpme, ocakvari, mibzerle vb.), ekim derinliği, nem oranının düşürülmesi açısından bitkileri aralama, sulama, ürün rotasyonu, üretim alanlarının belirli mesafelerde tutulması, pestisit uygulamaları vb. gözönünde bulundurulması gereken faktörlerdir (Maude, 1996, Neergaard, 1988).

## 5. Hastalığa Dayanıklılık

Dayanıklı bitki materyali üretimi tohumluk ürünlerde patojenlerin etkinliklerinin azaltılabileceği veya tamamen ortadan kaldırılabilen bir değişik bir önlem yoludur. Bazen aralarında enfekteli tohumların da yer aldığı çok sayıda farklı kaynaktan elde edilen patojenlere karşı dayanıklılığı ortaya çıkarmak için ıslah yöntemlerinden yararlanılmaktadır. Bazı dayanıklılık mekanizmalarının tohumluluk ebeveyn bitkideki tohum enfeksiyonunu azaltmada ve patojenin tohumla taşınmasını düşük düzeye indirmede veya önlemede etkili olduğu belirtilmektedir (Maude, 1996).

## 6. Tohum Uygulamaları

### 6.1. Mekanik Yöntemler

Tohum partileri; toprak zerrecelerini, bitki kalıntılarını ve enfeksiyöz nitelikli patojen parçacıklarını bünyelerinde barındırabilmektedir. Ayrıca tohum partilerinde patojenlerin enfeksiyonları nedeni ile rengi, şekli ve görünümü değişmiş olan tohumlarda bulunabilmektedir. Tohum partilerinin temizlenmesi sonucu elde edilen sağlıklı görünümlü tohumların kullanılması tohum kaynaklı inokulum belli oranda azalmasına yardımcı olacaktır. Hafif, kalitesi düşük ve bozuk renkli pamuk tohumlarının suda yüzdürülerek ayrılması *X. a. pv. malvacearum* adlı bakteri ile enfekteli tohumların tohum partilerinden ayrılmasına yardım etmiştir. Tohum ekstraksiyonu sırasında, sebze tohumlarından enfekteli meyve eti kısmının ayrılması, tohum kaynaklı inokulumu azaltmaktadır. Bu tür bir uygulamayla domates tohumlarında *C. m. subsp. michiganensis* etkisiz duruma getirilebilmiştir (Maude, 1996).

### 6.2. Biyolojik Yöntemler

Bu yöntemin esası aktif ya da dormant durumda olan bir patojenin ya da parazitin inokulum yoğunluğunun veya hastalık oluşturma etkinliğinin bir ya da daha fazla sayıdaki organizma tarafından azaltılmasına dayanmaktadır. Mısır tohumlarında *Bacillus subtilis* uygulamasıyla bazı *Fusarium* spp.'lerin neden olduğu fide yanıklığı azaltulabilmıştır. Yine buğday tohumlarına *Bacillus subtilis* ve *Streptomyces* spp.'nin uygulanması *Rhizoctonia solani* adlı fungusun etkilerin azaltmıştır. Bazı araştırmalarda pamuk tohumlarındaki *X. a. pv. malvacearum*'a karşı *Erwinia herbicola* kullanımının patojenin enfeksiyon düzeyinin azalmasına neden olduğu gözlenmiştir. *Streptomyces* cinsi içindeki bakteri türlerinin oluşturdukları streptomycin nedeniyle, *P. s. pv. phaseolicola* ve *X. a. pv. phaseoli* adlı bakterilerin enfeksiyonlarında antagonistik etkiye sahip olduğu açıklanmaktadır. Ayrıca ticari preparat olarak *Pseudomonas cepacia* ve *Agrobacter radiobacter* adlı bakterinin biyolojik amaçlı tohum uygulamalarında kullanıldığı bilinmektedir (Erkan, 1998).

### 6.3. Fiziksel Yöntemler

Fiziksel yöntemler ya da termoterapi tohumları da içine alan üretim materyalinde patojen enfeksiyonunu önlemek amacıyla değişik biçimlerdeki sıcaklık uygulamalarından yararlanılması esasına dayanmaktadır. Fiziksel yöntemlerin başarısını etkileyen faktörler arasında tohumların nem içeriği, dormansi durumu, yaşı, fiziksel durumu ile inokulum tipi, bulunduğu yer ve miktarı bulunmaktadır.

#### 6.3.1. Sıcak Su Uygulaması

Etkili bir sıcak su uygulamasının temel aşamaları arasında tohum örneğindeki sıcaklığın tohum patojeni için öldürücü düzeye hızlı bir şekilde yükselmesi, bu sıcaklığın patojeni öldürmeye (tohumu etkilenemeye) yetecek bir süre için muhafaza edilmesi, süre sonunda işlemin hemen sona erdirilmesi ve tohumların kurutulması yer almaktadır (Erkan, 1998).

Tohum, yumru, soğan gibi çoğaltma organlarındaki hastalık etmenleri için sıcak su uygulamaları genelde 50-55 °C'de 15-30 dk. uygulanan değerlerdir (Toros, Maden ve Sözeri, 1999). Bazı patojenlere yapılan sıcak su uygulamaları Çizelgel'de gösterilmiştir.



Sıcak su uygulaması tohumun yüzeyinde olan bazı bakteriyel etmenlere karşı tam bir önlem sağlayabilmektedir. Buna karşın, bakterilerin tohumun iç dokularında bulunması halinde bu uygulamanın etkililiği bazı durumlarda azalmakta ve sıcak suda bırakılma süresinin uzatılması ya da uygulama sıcaklığındaki artış tohumların çimlenmesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

**Çizelge 1. Tohumlara Sıcak Su Uygulaması ile Kontrol Edilen Tohum Kaynaklı Patojenler ve Uygulama Özellikleri (Erkan, 1998)**

Bitki	Patojen	Uygulama Şekli
Bezelye	<i>P. syringae</i> pv. <i>pisi</i>	55–60 °C'de 15 dk.
Börülce	<i>X. axonopodis</i> pv. <i>phaseoli</i>	52 °C / 20 dk.
Buğday	<i>X. translucens</i>	45 °C / 20 dk. (ABA)*
Domates	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	53 °C / 60 dk.
	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	52 °C / 20 dk. (ABA)*
	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	50–56 °C / 25–30 dk.
	<i>P. syringae</i> pv. <i>tomato</i>	52 °C / 60 dk.
Lahanagiller	<i>X. campestris</i> pv. <i>Campestris</i>	50–52 °C / 30 dk.
	<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	35–40 °C / 20 dk. (ABA)*
	<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	38–40 °C / 20 dk. (AÇS)**
Şebboy	<i>X. campestris</i> pv. <i>incanae</i>	54–55 °C / 10 dk.
Tütün	<i>E. caratovora</i> pv. <i>caratovora</i>	50 °C / 12 dk.
Hıyar	<i>P. syringae</i> pv. <i>Lachrymans</i>	%75 nispi nem / 50 °C / 3 gün

\* (ABA) : Su yerine asit ilave edilmiş bakır asetat çözeltisi

\*\* (AÇS) : Su yerine asit ilave edilmiş çinko sülfat çözeltisi

**Çizelge 2. Tohumlara Kuru Sıcaklık Uygulaması Yapılmasıyla Kontrol Edilen Tohum Kaynaklı Bakteriler ve Uygulama Özellikleri (Erkan, 1998)**

Bitki	Patojen	Uygulama Şekli	Etki Durumu	
			Enfeksiyon	Tohumda Çimlenmeye Etki
Arpa	<i>X. translucens</i> pv. <i>translucens</i>	72 °C / 4 gün	Enf. Önlendi	Etki Az
	<i>X. translucens</i> pv. <i>translucens</i>	72 °C / 7 gün	Enf. Önlendi	Etki Fazla
Bezelye	<i>P. syringae</i> pv. <i>Pisi</i>	65 °C / 1 gün	Enf. Azaldı	Etki Yok
Çeltik	<i>P. fuscovaginae</i>	65 °C / 6 gün	Enf. Önlendi	Etki Yok
	<i>Burkholderia glumae</i>	65 °C / 2 gün	Enf. Önlendi	Etki Yok
Domates	<i>C. m.</i> subsp. <i>michiganensesis</i>	80 °C / 1 saat	Enf. Önlendi	Etki Yok
	<i>C. m.</i> subsp. <i>michiganensesis</i>	76–78 °C/2 gün	Enf. Azaldı	Etki Az
Fasülye	<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	60 °C / 1 gün	Enf. Önlendi	Etki Yok
	<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	50 °C / 3 gün	Enf. Önlendi	Etki Yok
	<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	70 °C / 2 saat	Enf. Azaldı	Etki Az
	<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	50 °C / 3 saat	Enf. Azaldı	Etki Yok
Hıyar	<i>P. syringae</i> pv. <i>lachrymans</i>	70 °C / 3 gün	Enf. Azaldı	Etki Az

### 6.3.2. Kuru Sıcaklık Uygulaması

Fırın içinde gerçekleştirilen kuru sıcaklık uygulamasının tohumun daha iç kısımlarındaki enfeksiyonlardan kurtulması için yeterli düzeyde nüfuz edici özelliğe sahip olduğu ve bu uygulamanın uluslararası ıslah ve seleksiyon çalışmalarında kullanılmasının uygun olacağı savunulmaktadır. Tohumlara kuru sıcaklık uygulaması yapılmasıyla kontrol edilen tohum kaynaklı bakteriler ve uygulama özellikleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

### 6.3.4. Buhar Uygulaması

Bu uygulamada kuru durumdaki tohumlar belirli bir basınçtaki hava nedeni ile hareket eden buhar içinde tutulmaktadır. Tohum kaynaklı patojenlerin önlenmesi amacıyla buhar uygulamasının kullanımının sıcak su uygulamasına oranla daha güvenli olduğu ve kuru sıcaklık uygulamasından ise daha fazla etkili bulunduğu bildirilmektedir.

Buhar uygulamasından sonra tohumların kuruması daha kolay olmakta, tohum kabuğu zarar görmemekte ve tohumların çimlenme yeteneklerinde pek fazla oranda azalma olmamaktadır. Genellikle bu uygulamada tohumlar 50 °C – 60 °C'de 20–30 dk. süreyle muamele edilmektedirler. Tohumlara yapılan buhar uygulaması örnekleri Çizelge 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 3. Tohumlara Buhar Uygulaması Yapılarak Kontrol Edilen Tohum Kaynaklı Bakteriler ve Uygulama Özellikleri (Erkan, 1998)

Bitki	Patojen	Uygulama Şekli
Domates	<i>C. michiganensis</i> subsp. <i>michiganensis</i>	56 °C / 30 dk.
Fasülye	<i>P. syringae</i> pv. <i>phaseolicola</i>	55–60 °C / 30–60 dk.
Lahanagiler	<i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i>	54 °C / 30 dk.

### 6.3.5. Radyasyon Uygulaması

Tohum kaynaklı patojenlerin önlenmesi amacıyla radyasyon meydana getiren laser ve mikrodalga fırınları içeren diğer kaynaklardan yararlanılmıştır. Örneğin *E. c.* subsp. *caratovora* adlı bakteriyle yapay olarak bulaştırılmış olan tütün tohumlarına mikrodalga uygulaması yapıldığı zaman ise bu bakterinin, tohumların çimlenmesi durumu etkilenmeksizin yok edildiği saptanmıştır.

## 6.4. Kimyasal Yöntemler

Tohum kaynaklı bakteriyel etmenlerin enfeksiyonlarını kontrol etmek için bazı antibiyotiklerden (streptomycin, kasugamycin, pimaricin vb.) yararlanılmaya çalışılmaktadır. Bu tür uygulamalarda antibiyotiğin dozu ile uygulama süresinin önemi fazladır. Antibiyotiklerin tohumun iç kısımlarına penetrasyon özelliğinin yeterli olmayışı, tohumdaki inokulumun tamamen yok edilememesi, fitotoksite oluşması ve çimlenmenin olumsuz yönde etkilenmesi gibi konular antibiyotik uygulamalarında karşılaşılan sorunlardır. Bununla beraber, bazı karışımların (streptomycin sülfat + tetracycline + vitamin B<sub>12</sub>), doğal olarak enfekteli olan lahanaya tohumlarındaki *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* adlı bakterinin enfeksiyon düzeyini azalttığı ve verimini artırdığı bulunmuştur. Antibiyotikler dışında, NaOCl, HCl, NaOH ve Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> gibi kimyasal maddelerin tohum kaynaklı bazı bakteriyel enfeksiyonları önleyebildiği ifade edilmektedir

Türkiye'de tohum uygulamalarında kullanılan fungusitler ve etkili oldukları tohum kaynaklı bakteriyel patojenler ; Bronopol %12, Mancozeb %60, TCMTB 745 g/l pamukta; *X. a. pv. malvacearum*' a ve Formaldehit 400 g/l tütünde; *P. s. pv. tabaci*'ye etkili olarak belirlenmiştir. Ayrıca bazı bakteriyel hastalıklara karşı, CuSO<sub>4</sub> veya suda eriyen organik civalı ilaçlar içinde tohumların 20 dk tutulması etkili bulunmuştur (Erkan, 1998, Maude, 1996, Toros, Maden ve Sözeri, 1999).

### SONUÇ

Tohum enfeksiyonlarının seyri, patojenlerin tohuma giriş ve yerleşim yerlerine bağımlı olarak değişiklik göstermektedir. Tohum kaynaklı bakteriyel etmenlerin taşınma durumlarının belirlenmesi, patojenin tanınması; mücadele yöntemlerinin tespit edilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Buda sağlıklı bir ürün elde etmenin ilk aşamasını oluşturmaktadır.

Tohumla taşınan bakteriyel hastalıkların mücadelesinde kanunsal, fiziksel, mekanik ve kimyasal yöntemler uygulanmaya çalışılsa da, şu anda etkili bir yöntem henüz mevcut değildir. Ancak uygulanan tüm bu yöntemler tohum üzerinde veya içerisinde bulunan bakteriyel inokulumu en aza indirebilmek, hastalık çıkışını ve zararı minimize edebilmek içindir.

Tohum aracılığıyla etmenlerin çok farklı ülkelere de yayılabildiği gözönüne alınırsa; hastaliksız, temiz tohumluğun yanısıra, hastalıklara dayanıklı tohum üretiminin, son derece önemli olduğu tartışmasız bir gerçektir.

### KAYNAKLAR

- Agarwal, V.K. and Sinclair, J.B., 1997. Principles of Seed Pathology (Second Edition), Lewis Publishers, CRC Press Inc., USA.
- Anonymous, 1996. Names of Plant Pathogenic Bacteria 1864-1995. Review of Plant Pathology, Vol.75 No. 9, 721-763.
- Erkan, S., 1998. Tohum Patolojisi. Gözdem Ofis, İZMİR, 275 s.
- Fahy, P.C. and G.J. Persley, 1983. Plant Bacterial Diseases A Diagnostic Guide, Academic Press, Australia, 393 p.
- Lelliott, R.A. and D.E. Stead, 1987. Methods for Diagnosis of Bacterial Diseases of Plants, (Methods in Plant Pathology), Oxford, U.K., 199 p.
- Maude, R.B., 1996. Seedborne Diseases and Their Control, Principles and Practice, CAB International, Wallingford, England, XVII + 280 p.
- Neergaard, P., 1988. Seed Pathology Vol. I-II, MacMillian Press, Hong Kong, XXV + 1191 p.
- Toros, S., S., Maden ve S., Sözeri, 1999. Tarımsal Savaşım ve İlaçları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1508, Ders Kitabı: 462, Ankara, s. XVI + 417.