



Derleme

www.ziraat.selcuk.edu.tr/ojs
Selçuk Üniversitesi
Selçuk Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi
25 (2): (2011) 106-113
ISSN:1309-0550



Geçmişten Günümüze Patates Siğil Hastalığının Mücadele Uygulamaları

Emel ÇAKIR^{1,2}, Fikret DEMİRCİ³

¹Ankara Ziraat Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara/Türkiye

³Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Ankara/Türkiye

(Geliş Tarihi: 30.03.2010, Kabul Tarihi:30.05.2010)

Özet

Patates siğil hastalığı (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) Avrupa'da ilk kez tespit edildiği 1900'li yılların başından itibaren patates üretimini sınırlayan en önemli hastalıklarından biri olmuştur. Hastalığın toprak kökenli olması nedeniyle, mücadelesinde büyük engellerle karşılaşmıştır. Bu nedenle birçok Avrupa ülkesinde bulaşık tarlalar karantinaya alınmıştır. Bu çalışmada ilk görüldüğü tarihlerden itibaren hastalığın mücadelesine yönelik yapılmış çalışmalar ve sonuçları özetlenmiştir. Günümüze kadar yapılan çalışmalarda hastalığın kimyasal mücadelesi konusunda yüksek oranda başarılı sonuçlar elde edilememiştir. Ancak, bunun yanı sıra hastalığa karşı dayanıklı çeşitler belirlenmiştir. Günümüzde dünyada daha çok hastalığın yayılmasının engellenmesi amacıyla karantina tedbirleri etkin olarak kullanılmaktadır. Bu hastalığın kimyasal ve biyolojik mücadelesine yönelik detaylı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mücadele, patates, *Synchytrium endobioticum*

Control Practices of Potato Wart Disease from The Past To The Present

Abstract

Potato wart disease (*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.) has been one of the most important disease which restricts the potato production, since the beginning of the 1900's when it was first determined. The control practices have had great limitations, according to the fact that disease is an soil borne; therefore, infected fields were quarantined in Europe. In this study, practices and their results for the control of the disease were summarised. High level of achievements could not be obtained in chemical control of the disease. However, the resistant potato cultivars have been determined. At present, the majority of the practices, as a effective control measurements for the disease are quarantine applications in all over the world. There is a need for detailed biological and chemical control studies on the disease.

Keywords: Control, potato, *Synchytrium endobioticum*

Giriş

Patates siğil hastalığı patatesteki kök boğazı, stolon ve yumrular üzerinde karnabahar benzeri urlar meydana getiren önemli bir karantina hastalığıdır. Hastalığın 1900'li yıllarda bulunmasını takip eden ilk 30 yılda hastalığa karşı kimyasal mücadele çalışmaları öncelikle İngiltere ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde yapılmıştır. İngiltere'de hastalıktan korumaya yönelik çalışmalar yapılmış fakat başarısız olmuştur. ABD'de ise eradikasyon stratejisi uygulanmış bu da yoğun toksik kimyasallar kullanılarak yapılmıştır. Korumaya yönelik çalışmalar o yıllarda hem etmenin biyolojisi çok iyi bilinmediği için hem de hedef kimyasalın yeterli olmayışı sonucu başarısız olmuştur.

Kimyasal Mücadele Çalışmaları

Synchytrium endobioticum tarafından oluşturulan patates siğil hastalığı fungusitlere oldukça dayanıklıdır. 120'den fazla organik ve inorganik fungusit tek veya kombine edilerek hastalığa karşı denenmiş fakat başarılı bulunanlar ya fitotoksik bulunmuş ya da toprak

sterilantı olarak fonksiyon göstermiştir. Araştırmacılar hastalık etmeninin hayat çemberindeki zayıf halkanın zoosporların dinlenme (istirahat) sporangiumlarından hassas dokulara doğru hareket ettikleri süreç olduğunu vurgulamışlardır. Zoosporların aktif olduğu toprak ortamında etkin olabilen fungitoksik materyallerin mücadelede başarılı olabildiği, yumru yüzeyini kaplamada kullanılan fungusitlerin ise uzun süre etki gösteremedikleri bildirilmektedir (Hampson, 1977).

Bu hastalığa karşı ilk mücadele çalışmaları mevcut kimyasalların farklı şekilde kullanımına yönelik İngiltere'de yapılan çalışmalardır. Potter (1909) ve Johnson (1909-10), bakır sülfat ve formaldehit kullanarak hastalığa mücadele çalışmaları yürütmüşlerdir. Malthouse (1910), yoğun ve karmaşık bir seri kimyasal hazırlamış fakat bunların geniş ölçüde etkisiz olduğu ispatlanmıştır. Çok sayıda etkili zehir kullanılmış ve çok sayıda da etkisiz kurum (is) gibi maddeler kullanılmıştır. Bu çalışmadan ve diğer araştırmacılarca yürütülen birçok çalışmalardan 10 yıl boyunca fazla bir bulgu elde edilememiştir. Bu çalışmalardan sonra

²Sorumlu Yazar: emel_cakir@hotmail.com

fazla detaya inilmemiş ve Malthouse'un çalışmalarında kullandığı kimyasallarla yapılan dublikasyon niteliğindeki araştırmalar yapılmıştır. Ayrıca bu çalışmaların tümü saksılarda yürütülmüş, tarla denemeleri de yapılmamıştır (Hampson, 1988).

Patates siğil hastalığı üzerine etkili olabilecek fungusitlerin ortaya çıkarılması amacıyla yürütülen bir çalışmada; Cela W 524 (%20 triforine), NF 44 (%70 thiophanate methyl), BayDam 18654 (%50 carbendazim), Vitavax 75 W (%75 carboxin), Uniroyal 1049 (% 37,5 Vitavax+%37,5 captan), Mertec Flowable (%41,8 thiabendazole), Benlate (%50 benomyl) üretici firmanın önerdiği dozlarda ve daha yüksek dozlarda hassas çeşitlerde yumru daldırma şeklinde uygulanmıştır. BayDam-18654 (%50 carbendazim), saksı denemelerinde en etkili fungusit iken tarla denemelerinde düşük etkiye sahip olduğu, Vitavax'ın ise her iki denemede de en düşük etkili fungusit olduğu belirlenmiştir. Fungisit konsantrasyonunu yükseldikçe % enfeksiyon oranında bir azalma olmuştur. Saksı ve tarla deneme sonuçları karşılaştırıldıklarında çoğu kez % enfeksiyon değeri uygulama yapılmamış kontrollere oranla fungusit uygulanan yumrulara daha yüksek bulunmuştur. Oluşan belirtilerin incelenmesi sonucunda semptom gelişiminin fungusitlerle veya aktif madde oranı ile ilişkisinin olmadığı görülmüştür. İnokulum yoğunluğundaki artış enfeksiyon şansının artmasında etkili olmadığı gibi %10 enfeksiyon değerinde, %100 enfeksiyon değerine oranla daha büyük tümör meydana gelmiştir. Sporangia yaşı karışık sonuçların alınmasına neden olurken, sporangianın dormansi özelliği enfeksiyon yeteneği üzerine etkili olabileceği, sporangianın topraktaki dağılımı gelişen enfeksiyonların açıklanmasında göz önüne alınmaya değer özellik olduğu bildirilmiştir. Denemelerde kontrol bitkilerinde fungusit uygulanan bitkilere göre hastalık oranının düşük çıkmasının, toprak kökenli antagonistlerin uygulanan fungusitler tarafından engellenmesi sonucu hastalığı baskılamamasından kaynaklandığı düşünülmüştür (Hampson, 1977).

ABD'de kimyasal kontrol üzerine ilk çalışma 1919'da rapor edilmiş, bu aynı zamanda hastalığın burada görüldüğü ilk zamanlardır. En etkili iki kimyasal sırasıyla 2.1-2.75 l/m² oranında uygulanan formaldehit (%0.82-1.6) ve 10 l toprağa 40 ml dozunda uygulanan cıva klorit (%0.00005) olarak bulunmuştur. Bu kimyasallar saksılardaki enfeksiyonlu toprağa 15-30 dakika için 620,5 KPa basınç buharla uygulanmıştır. Gaz kullanımı bu hastalığın mücadelesinde yeni bir yöntem olmuş ve Pensilvanya'daki hastalık mücadelesi ile yapılan çalışmalarda anahtar rol oynamıştır. Tarla denemelerinde ise büyük buhar panelleri kullanılmış fakat sistemin düzensiz topografik yapıdan dolayı çok etkili olmayarak kullanımı kalkmıştır (Hampson, 1988).

Formaldehit değişik şekillerde toprak dezenfektanı olarak farklı uygulamalarla sık sık denenmiştir.

Eriksson (1914), bitki dikiminden iki hafta önce toprağa 10 l/m² oranında formaldehit uygulamış ve elde ettikleri başarılı sonuçlar ile hastalığın eradikasyonunun mümkün olabileceğini bildirmiştir. Roach ve ark. (1925), formaldehitte yaptıkları çalışmalarda elde edilen sonuçların tutarsız olduğunu bildirmiştir. Örneğin %0.19 oranında uygulandığında etkili fakat %0.2 oranında uygulandığında ise etkili olmadığı gibi, kireç ilave edilmesi de etkinliği arttırmamıştır. Bulaşık topraklarda patates yetiştirilerek yapılan tarla denemelerinde kirecin etkisinin değişken olduğu bildirilmiştir. Hunt ve ark. (1925), 3 yıllık süre ile karmaşık bir uygulama serisi oluşturmuş formaldehit ve cıva klorit, buharsız olarak kullanıldığında düşük konsantrasyonlarda etkisiz bulmuşlar, fakat %5-15'lik formaldehit 80 l/m² ve %0.9 cıva klorit 40 l/m² yüksek etkili bulmuşlardır (Hampson, 1988).

Kimyasal mücadelede kullanılan kimyasalların etkinliklerinin düşük olması nedeniyle etkinliği arttırmak amacı ile kullanım oranları arttırılmıştır. Uygulama dozunun artışı ile etkinlik yükselmiş, ancak maliyet de önemli bir faktör haline gelmiştir. Kimyasallarla yapılan eradikasyon çalışmaları belirli oranda toprak sterilizasyonunu sağlamış, ancak kimyasallar toprakta doğrudan sporlara ve zoosporlara yeterince ulaşamadıkları için başarısız olmuşlardır. Yüksek düzeyde uygulanan kimyasallar kullanıcı ve çevre açısından zarara neden olmaktadır. Eradikasyonda başarılı sonuçlar elde edilmesine rağmen, fitotoksisite riski oldukça yüksektir. Kimyasal uygulamalar hastalık şiddetini azaltabilir, fakat hastalık oranı yüksek kalabilir. Bu değişken durum kimyasal uygulamaların başarısının değerlendirilmesinde karışıklıklara neden olmaktadır. Siğil hastalığı ile mücadele çalışmalarında etkinlik görecelidir; %100 etkinlik, topraktaki patojenin eradikasyonu veya hastalıktan koruma açısından değerlendirildiğinde farklı anlamlar ifade eder.

Siğil hastalığı üzerinde yapılan kimyasal mücadele çalışmalarının sonuçlarında bir tutarsızlık söz konusudur. Bu durum Malec (1979), tarafından çok iyi dile getirilmiştir. Sekiz yıl patates dikilmeyen bulaşık bir tarlada *S. endobioticum* popülasyonunun canlılığını anlamada kullanılan patateslerdeki enfeksiyon yüzde-leri 1971-%23.3, 1972-%39.8, 1973-%12.7, 1974-%95, 1975-%1.4, 1976-%3.6, 1977-%3.1 1978'de %49.6 olarak tespit edilmiştir.

Tarla şartlarında hastalık gelişiminde anahtar elementlerden biri, konukçunun gelişimindeki kritik zamanlarda toprakta yeterli miktarda su bulunmasıdır. Tarla çalışmalarındaki deneme sonuçlarındaki tutarsızlıklar ve başarısızlıkların meteorolojik verilerden kaynaklandığı, sera koşullarında yapılan çalışmalarda ise siğil hastalığının patojenliğini etkileyen faktörlerin; spor yaşı, sayısı, uygulama şekli, sürgün yaşı ve durumu, saksı ortamı, toprağın geçirgenliği, tekstürü, sulama rejimi, pH ve diğer faktörler olduğu belirlenmiştir (Hampson, 1988)

Seralarda patates siğili ile yapılan çalışmalarda dezenfektan olarak formaldehit kullanılmıştır. Ancak sağlık ve güvenlik nedeniyle formaldehite alternatif kimyasallar araştırılmıştır. Siğille yapılan çalışmaların olduğu seralarda yerlerin dezenfeksiyonunu sağlamak amacıyla formaldehite alternatif olarak Antec Farm Fluid S (%2) (asetik asit, dodecyl benzene sulphonic asit ve hydroxy hydrindenes; Antec International); Formadehit Solusyonu %30-40 (%37-40 formaldehyde, Fisons); Hycolin (%2) (Phenols ve substituted phenols; William Pearson); Nalfloc NAL 1115 (%1) (Sodium dialkyl dithiocarbamate: Nalfloc); Panacide M (%1.66) (%30 Na dichlorophen; Coalite Chemicals); Erin Ter Forte (%1) (quaternary ammonium compounds; Erin Planter Systems) denenmiştir. Denemeler iki tekrarlı olarak yürütülmüştür. Birinci testte iki yıl serada kurutulmuş olarak bekletilen bol miktarda sporangia içeren siğil dokusu yumuşayınca kadar çeşme suyu ile ıslatılmış, 2 mm'den büyük parça kalmayınca kadar bulamaç haline getirilmiştir. Karışım eşit oranlarda steril olmayan toprak ile yoğun bir çamur formunda olacak şekilde karıştırılmış ve 500 ml'si Tablo 1'de konsantrasyonları verilen dezenfektanların 2 l'si içerisine bırakılmıştır. Beş dakika sonra 125 µm mesh elek içerisine dökülerek çeşme suyu ile en az beş dakika dezenfektandan hiçbir iz kalmayınca kadar yıkanmıştır. Her dezenfektan için 10 günlük sürgünlere sahip 6 hassas patates çeşidi (cv. Duke of York) 15 cm boyutundaki kil bulunan saksılara 10 ml yıkanan inokulum ile karıştırılmıştır. Üzeri kum ile kapatılmış, 15-25 °C'de serada günlük sulamalar yapılarak bitkiler büyütülmüştür. 13 hafta sonra oluşan genç yumrular, kök boğazı üzerindeki kum uzaklaşınca kadar yıkanarak siğil belirtileri araştırılmıştır. Deneme 2'de ise yukarıda kullanılan toprak miktarından farklı olarak 250 ml enfekteli toprak 1 l dezenfektan ile karıştırılmış ve patateslere 5 ml inokule edilmiştir. Deneme sonucu enfekteli bitki sayısı ve dezenfektanlar Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde Deneme 1'deki dezenfektanların sonuçları kontrol ile karşılaştırıldığında hiçbirisi etkili sonuç vermemiştir. Deneme 2'de %1 ve %1.66 Panacide M, Erin ter Forte ve %2 Antec Farm Fluid S, %5'lik Formaldehit ile benzer sonuçlar vermiştir. Bu kimyasalların 5 dakikadan daha uzun süre muamele edildiğinde formaldehite alternatif olarak kullanılacağı bildirilmiştir (Reed ve Dickens, 1993).

Biyolojik Mücadeleye Yönelik Çalışmalar

Malthouse (1910), *Thiobacillus thiooxydans* kullanarak yürüttüğü çalışmalar bu hastalığın biyolojik kontrolü için ilk çalışmalar olarak bilinmektedir. İlk deneme geniş anlamda tüm konsantrasyonlarda etkili olmuştur. Fakat tekrarında çok az etki ya da hiç bulunmamıştır (Hampson, 1988).

Tablo 1. Çeşitli dezenfektanlarda 5 dakika bekletilmiş kışkık sporangia canlılığı

Dezenfektan	Enfekteli bitki sayısı	1. deneme	2. deneme
Formaldehit Solusyonu	%37-40 (%5)	5	1
Antec farm Fluit S	(%2)	-	1
Antec Farm Fluid S	(%1)	5	4
Hycolin	(%2)	5	4
Nalfloc NAL 1115	(%1)	5	2
Panacide M	(%1)	-	0
Panacide M	(%1.66)	-	0
Erin Ter Forte	(%1)	-	0
Kontrol (Çeşme suyu)		6	5

-: Test edilmedi

S. endobioticum' un dinlenme sporları böceklerin kabuklarında da bulunan kitin içermektedir. Bu özellik dikkate alınarak bulaşık topraklara kitin ilave edilerek kitin tüketen mikroorganizmaların çoğunluğunun artırılması ile hastalıkla mücadele sağlanabileceği düşünülmüştür. Bu amaçla öğütülmüş yengeç kabuğunun doğal şartlarda siğil hastalığına etkisinin araştırılması için yapılan çalışmalar Kanada'da sera ve tarlada yürütülmüştür. Çalışmada etinden ayrılan kurutulmuş öğütülmüş yengeç kabuğu veya et içeren ticari yengeç ve istakoz karışımının patates siğil hastalığına etkisi araştırılmıştır. Serada 20g/kg toprak oranında kitin uygulanmıştır. Çalışma sonucunda hastalık oranı %90 oranında azalmış, hastalık şiddeti ise 1/150 oranında tespit edilmiştir. Daha sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda öğütülmüş yengeç kabuğu 40g/kg toprak oranında hastalık tamamen engellenmiş ve bitkilerin verimli olduğu görülmüştür. Sera şartlarında ve büyütme çemberinde tekrarlanan denemelerde enfekte olmuş toprağa sürekli yapılan uygulamalar sonucu sıfır veya düşük düzeyde siğil hastalığı oluşmuş ve gal oluşumu hemen hemen tamamen baskılanmıştır. Tarla denemeleri ise 4 yıl boyunca pH, organik madde, kum:silt:kil oranı birbirine benzer iki ev bahçesinde yürütülmüştür. Kullanılacak kitin kaynağı olarak iki yöntem kullanılmıştır. Birincisinde yengeç bacakları 60 °C'de kurutulduktan sonra öğütülmüş ve 18 mesh'lik elekten elenmiştir. İkinci uygulama şeklinde ise işlenmiş ve ticari olarak satılan istakoz ve yengeç karışımı 4:1 oranında makro ve mikro elementler C, N ve protein karıştırılarak kullanılmıştır. Her iki karışımın toprağa uygulanması ise, yumruların üzerine, ya da yumrunun konulduğu toprağın altına ve üzerine koyarak yerleştirilmesi şeklinde uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, yengeç kabuğu uygulamasının başarısı üzerine yengeç kabuğunun uygulama şekli ve yengeç kabuğu ununun formunun etkili olduğu belirlenmiştir. Aynı dozda (20 g/kg) iki

farklı yengeç kabuğu unu uygulanan parsellerde enfeksiyon oranı farklı olmuştur. Her iki unda kitin oranları yaklaşık miktarlarda olmasına karşın, Fe, Mn ve Cu oranlarında önemli farklılıklar bulunmuştur. Bu elementleri daha yüksek oranda bulunduran yengeç kabuğu unu daha etkili olmuştur. Öğütülmüş yengeç kabuğu uygulaması hastalık oranı ve şiddetini azaltmıştır bu nedenle biyolojik kontrol amaçlı kullanılabilirliği bildirilmiştir (Hampson ve Coombes, 1991).

Almanya'da işlenen patates atıkları tarım alanlarında kullanılmaktadır ve 2004/2005 mali yılında 6.2 milyon ton patates endüstriyel olarak işlemiştir. Ancak patates atıkları *S. endobioticum* bulundurma riski taşıyabilmektedir. Bu risk nedeniyle patates atıklarının tarım alanlarında kullanımdan önce bu riski engellemek için steril edilerek kullanılması amacıyla, Alman biyoatık yönetmeliğinde fermentasyon ve pastörizasyona ek olarak, gübre yapımında atıkların steril edilmesinde uygun ölçüleri belirlenmesi için bir çalışma yapılmıştır. Yürütülen çalışmanın amacı *S. endobioticum*'un gübre içerisinde tamamen eradike etmektir. Hazırlanan kum, patotip 1'e ait karışım ve bahçe gübresi 2:1 oranında karıştırılmıştır. Kompost (şerbet halindeki gübre) yapma, iki tane 60 litrelik kompost kabında gerçekleştirilmiştir. İlk kaptaki şerbet 2 haftada, diğerindeki ise 2 ayda sonlanmıştır. Sıcaklık 50 °C'nin altında tutulmuştur. İleriki kompostlama işlemi 12 ve 21 gün sürdürülmüştür. Bu esnada sıcaklık 65 °C'ye çıkmıştır. Değerlendirme mikroskop altında canlı ve ölü spor sayımı ile yapılmıştır. Mikroskop incelemelerinde, 50 °C'nin altında 2 hafta ve 2 aylık kompostlama sonrasında canlı sporlar bulunmuştur. 2 aylık kompostlamada tamamen ölmüş sporların oranı, 2 haftalık kompostlamaya göre artmıştır. Denemede, test bitkilerinde 2 haftalık kompostlamada siğil gelişimi görülürken, 2 aylık kompostlamada siğil görülemez. Bununla birlikte, denemeden elde edilen sonuçlar testi standardize etmenin zorluğundan dolayı, güvenilir bulunmamıştır (Steinmüller ve ark., 2007). Bir başka çalışmada ise *S. endobioticum* suda 60 °C'de 2 saat canlılığını devam ettirirken 8 saat sonra eradike olmuştur (Noble ve Roberts, 2004).

Kültürel Önlemler

ABD'de Batı Virjinya'da yapılan eradikasyon çalışmalarında; 1920'li yıllarda ilk kez varlığı saptanan yerler çalılık ve koruluğa çevrilmiştir. Hastalığın varlığının bilindiği 16 bölgede etmenin durumunu tespit etmek için 1963-1973 yıllarında survey çalışmaları başlatılmıştır. Bulaşık alanlarda eradikasyon için birkaç metot uygulanmıştır. Küçük alanlarda 9,29 m²'ye 75,7 lt olacak şekilde formalin uygulaması yapılmıştır. Büyük alanlarda hektara 1360 kg oranında bakırsülfat uygulanmıştır. Uygulama yapılan alanlar bir yıl nadasa bırakılmıştır. Üst üste 3 kez yapılan patates dikiminde hastalık çıkmamış ve bu alanlar temiz olarak ilan edilmişlerdir (Brooks ve ark., 1974).

S. endobioticum patotip 2 ile bulaşık bir tarlada Arran Victory patates çeşidi dikilerek kireç, NH₄NH₃ ve/veya üre uygulamasının hastalığa etkisi araştırılmıştır. Dikimden hasada kadar pH'daki değişikliklerin haftalık sürveyi, kimyasalların yokluğunda pH'ın sabit kaldığını göstermiştir. Kireç uygulaması ile pH'nın dalgalandığı, üre ile önce yükseldiğini sonra düştüğünü, NH₄NH₃'ın normal pH'nın altında tuttuğu ortaya çıkmıştır. Hastalığın en iyi kontrolü NH₄NH₃'a göre üre ve nitrat uygulanmış sahalarda görülmüştür. Mevsiminde ürenin yetersiz miktarda ilavesinin etkisinin çok az olduğu belirlenmiştir. Yapılan çalışmada % enfeksiyon oranı azot uygulamalarında sırasıyla NH₄NH₃> NH₄NH₃+Üre>Üre olarak yer almış, ürede en az olmuştur (Hampson, 1980). Üre metabolizması; üre konsantrasyonu aracılığıyla toprak mikroorganizmalarının populasyonu ve mikrobiyal organizma sayısı üzerine etkili olduğu belirlenmiştir. Ca iyonu ürenin aktivitesini azaltır. pH 7,7-8 olan topraklar CaCO₃ ilave edildiğinde iki hafta içerisinde üreden azot kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle kireç ilavesi pH'yı arttırmasına rağmen üre veya NH₄NH₃ ilaveli topraklarda hastalığı bastırmamıştır. Ürenin hastalığı baskı altına alma mekanizması bir amonyum üreticisi ve mikrobiyal teşvik edici olarak rol alması ile ilişkilidir. Amonyak ürenin mikrobiyal parçalanmasının son ürünüdür. Enfeksiyon sırasında amonyağın varlığı zoosporların ortaya çıkma işlemini, hareketini ve yerleşmesini engelleyebilir. Üre ürünlerinin toksik seviyeleri *Phytophthora* ile bulaşık topraklarda sporangium çimlenmesini engellediği bildirilmektedir. Üre degradasyonu sırasında enfeksiyonlu bölgelerde bol miktarda üre oluşması fiziksel olarak 1,5-2 µm çapındaki zoosporların hareketinin ve oluşmasını engelleyebilir (Hampson, 1985).

Hampson (1997)'nin bildirdiğine göre zoosporların hareketi büyük ihtimalle sıcaklık ve uygun nem koşullarına bağlıdır (Buckman ve Brandy, 1960). Sulama rejimi ve toprak çeşitlerinin siğil hastalığı üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada; Arran Victory patates çeşidine sera şartlarında patotip 2'ye ait dinlenme sporları inokule edilmiş ve sekiz hafta sonra farklı zamanlarda taze siğil elde edilmiştir. Dinlenme sporları bir gal dokusundan düşük hızda homojenizatör ve fizyolojik tuz yardımı ile ayrılmıştır. Sporlar 38 µm elekte ıslak eleme yapılarak toplanmış ve toprağı enfekte etmek için 20 spor/g toprak olarak verilmiştir. Kum, silt ve kil karıştırılarak ağır toprak (kum %70+ silt %16+ kil %14) ve hafif toprak (kum %34+ silt %33+ kil %33) elde edilmiştir. Her iki toprak çeşiti içinde pH 5.3 olarak ayarlanmış ve *S. endobioticum* ile bulaştırılarak 13 cm büyüklüğündeki saksılara doldurulmuştur. Arran Victory çeşiti mikro üretim patateslerin her biri 6 ya da 7 yapraklı iken agar ortamından alınarak üzerlerinde agar kalmayacak şekilde yıkanmış ve bulaşık toprağa dikilmiştir. Sera şartlarında 15 °C'de %95±5 nemde 16 h ışıklandırmaya bırakılmışlardır. Bitkilere 14 günlük sulama rejimleri düzenlen-

miştir. İlk gün bitkiye su ile birlikte standart amonyum (300g/100 l su) 20-20-20 gübre verilmiştir.

Tablo 2’de verilen sulama sıklığı dikkate alınarak hazırlanan farklı sulama rejimleri görülmektedir. I nolu sulama rejiminde 14 gün boyunca her gün sulama yapılmıştır. II nolu sulama rejiminde yedi gün her gün sulama yapılırken kalan yedi gün hiç su verilmemiş, III nolu sulama rejiminde ise bir gün su verilmiş bir gün verilmeden yapılan 14 günlük sulama programı görülmektedir. IV nolu sulama rejiminde 2 gün aralıklarla 1, 4, 7, 10 ve 13. günlerde olmak üzere beş kez sulama yapılmış, V nolu rejimde 3 günde bir olmak üzere 4 sulama, VI nolu rejimde 5 gün aralıklarla 3 sulama yapılırken, VII sulamada ise 6 günde bir kez olmak üzere iki sulama yapılmıştır. Bitkiler 4 hafta sonra tekrar gübrelenmiş, dikimden 8 hafta sonra hasat yapılmıştır. I, III, IV ve V uygulamaları tekrar için yeniden seçilmişlerdir. Hastalıklı ve sağlam bitkilerin toprak üstü ağırlıkları ile toprak altı gal kitlesi; hastalıklı bitki, sağlıklı bitki ve gallerdeki kütleler kumlu toprakta sırasıyla 9.1, 9.4 ve yumrudaki 9 g olmuştur. Killi topraklarda ise sırasıyla hastalıklı bitkide 12.3, sağlıklı bitkide 14.1 ve yumruda 11.7 g olarak belirlenmiştir. Bu değerler hastalık gelişiminin killi topraklarda arttığını göstermesine rağmen Tablo 3’ den hareketle karışımlar arasında temelde farklılık bulunmamıştır. Sulama sıklığının hastalık gelişiminin azalttığı şeklinde genel bir eğilim olduğu görülmüştür. Her

biri en az 2 ay süren denemelerden alınan sonuçlarda; toprak karışımlarının hastalığa bir etkisi olmadığı ancak killi topraklarda gallerin büyümesinin kumlu topraklara göre daha fazla olduğu, siğil oluşumunda aşırı sulamanın sınırlayıcı bir faktör olarak rol aldığı bildirilmektedir (Hampson, 1997).

Toprak nemi ve sıcaklığı hastalığın gelişmesi açısından önemlidir. Siğil hastalığının biyolojik mücadelesinde toprak özellikleri de önemli rol oynamaktadır. Hampson ve ark. (1983), toprak özelliklerinin siğil hastalığının biyolojik mücadelesine etkilerini belirlemek amacıyla Newfoundland’da bulunan patates ekiliş alanlarında çalışmalar yürütmüşlerdir. 1979 yılında 255 adet, 1980 yılında ise 100 adet farklı tarladan örnekler alınmıştır. Örneklerden inokulum yoğunluğu ayrıca topraktaki bakteri yoğunluğu, su tutma kapasitesi, pH, organik madde miktarı, kum oranı, kil oranı ve gözeneklilik durumu incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar çoklu regresyon analizine tabi tutulmuş ve *S. endobioticum* inokulum miktarları açısından korelasyon gösteren toprak karakterleri belirlenmiştir. Sonuç olarak inokulum yoğunluğu ile hastalığın çıkışı arasında bir korelasyon bulunmamıştır ancak tarlanın patates üretim süresi, bakteri sayısı, toprak partikül büyüklüğü hastalık çıkış ve inokulum yoğunluğu arasında potansiyel bir korelasyon bulunduğunu ortaya koymuşlardır.

Tablo 2. *Synchytrium endobioticum* bulaşık ve temiz toprakta yetiştirilen patates bitkilerine ilk 14 gün boyunca uygulanan farklı sulama rejimleri*

Su rejimi	Gün													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
II	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0
III	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	0
IV	+	0	0	+	0	0	+	0	0	+	0	0	+	0
V	+	0	0	0	+	0	0	0	+	0	0	0	+	0
VI	+	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0
VII	+	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0

* =her bitkiye 100 ml/ sulama + = su, 0 = su yok

Düzenleyici Metotlar

Avrupa Birliği’nin hakkında direktif bulunan dört önemli karantina organizmasından biri *Synchytrium endobioticum*’dur. Hastalıkla mücadele ve yayılmasını engellemek için gerekli tedbirler alınmadığı takdirde topluluk genelinde patates tarımının sürekli bir risk altında bulunacağını bildirilerek AB’nin 69/464/ECC sayılı konsey direktifi uygulamaya verilmiştir ve günümüzde bu önlemler uygulanmaktadır. Bu direktif patates siğil hastalığı ile mücadele etmek ve yayılmasının engellenmesi için üye ülkeler tarafından alınacak olan aşağıda yazılan minimum yaptırımları bildirmektedir (EU, 1969).

1-*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc. olarak bilinen Patates siğiline neden olan patojenik ajanın bildirilmesi halinde üye ülkeler kontaminasyona uğramış parseli sınırlandıracak ve civarındaki alanları korumak üzere yeterli genişlikte bir güvenlik kuşağı oluşturacaktır.

2-İçinde bulunan bitkilerden en az birinde Patates siğil hastalığı belirtilen tespit edilen parsel, bulaşık parsel olarak kabul edilecektir.

3-Üye ülkeler bulaşık parselden gelen patates yumru, kök ve yapraklarının, zararlı organizma yok edilecek şekilde işlemden geçirilmesini sağlayacaktır. Bulaşık yumru, kök ve yaprakların nereden geldiğinin tespiti

mümkün değil ise bulaşık yumru, kök ve yaprakların bulunduğu parti komple işleminden geçirilmelidir.

4-Üye ülkeler bulaşık parselde a) Patates yetiştirilmesini b) üretim materyali yetiştirilmemesini veya depolanma gibi amaçlar için kullanılmamasını sağlayacaklardır.

5-Üye ülkeler bulaşık tarlada tespit edilen *S. endobioticum* ırklarına karşı dayanıklı olan patateslerin güvenlik kuşağında yetiştirilmesini sağlayacaklardır.

6-*S. endobioticum*'a sekonder bir enfeksiyon tehlikesi oluşturmayacak şekilde reaksiyon veren patates çeşitleri dayanıklı çeşitler olarak kabul edilecektir.

7-Üye ülkeler *S. endobioticum*'un kültürlerinin muhafazasını yasaklayacaklardır.

8-Üye ülkeler Patates siğili ile mücadeleyi engellemesi ve hastalığın yayılma riskini meydana getir-

memesi kaydıyla 3, 4, 5 ve 7 maddelerinde belirtilen tedbirlerin bilimsel nedenlerle vazgeçilmesine izin verebilir.

9-Patates siğili ile mücadele ve hastalığın yayılmasını engellemek için daha sıkı hükümler üye ülkeler tarafından benimsenebilir.

10-a) Üye ülkeler her yıl *S. endobioticum*'a dayanıklı olduğu resmi araştırmalarla ortaya konan patates çeşitlerini 1 Ocak tarihine kadar komisyona bildireceklerdir. Çeşitlerin direnç gösterdiği ırklarda belirtilecektir. b) Komisyon üye ülkelerden gelen bildirimler doğrultusunda dirençli çeşitlerin listesini her yıl mümkünse 1 Şubat öncesinde yayınlamasını sağlayacaklardır.

11-Üye ülke *S. endobioticum* olarak bilinen organizmanın yol açtığı bulaşıklık ve patates çeşitlerinin bu organizmaya direncinin üye ülkeler tarafından kabul edilecek yöntemlerle tespit edilmesini sağlayacaklardır.

Tablo 3. *Synchytrium endobioticum* ile bulaşık kumlu ve killi topraklarda yetiştirilen sekiz haftalık Arran Victory patates bitkilerinin yeşil aksam ağırlığı, taze gal ağırlığı, hastalığın yoğunluğu ve gal göstergesi oranı

Sulama rejimi	Toprak karışımı	Yeşil aksam ağırlığı (g)		Siğil gal ağırlığı(g)	Hastalık şid-detü(%)	Siğil İndeks	Skala
I [⊗]	SL	8	8	1	19	3	7
	CL	10	9	3	69	18	7
II	SL	9	10	2	50	11	6
	CL	11	16	4	100	36	6
III [⊗]	SL	11	13	13	69	82	4
	CL	18	17	23	75	96	4
IV [⊗]	SL	11	11	11	92	87	3
	CL	11	14	12	94	96	3
V [⊗]	SL	7	7	5	87	60	5
	CL	11	11	6	81	59	5
VI	SL	4	7	8	100	200	1
	CL	8	10	10	100	125	2
VII	SL	14	10	23	100	164	2
	CL	17	22	24	100	141	1
Genel ortalama Değerler (n=11)							
	SL	9.1	9.4	9.0			
	CL	12.3	14.1	11.7			

[⊗]: İki denemenin ortalaması, ^x: Siğil indeks = Taze siğil(g)-siğil gall ağırlığı(g)x hastalık oranı

Dayanıklı Çeşitlerin Kullanımı

Avrupa Birliği bulaşık alanların etrafında koruma amacıyla oluşturulan bir zonda resmi olarak belirlenmiş dayanıklı çeşitlerin kullanımını zorunlu kılmaktadır (EU, 1969). Hastalığın Avrupa' da yaygın 1, 2, 6, 8 ve 18 olmak üzere beş ırkı mevcuttur (EPPO, 2004). Ülkemizde ise Karadeniz bölgesinde ırk 1, Orta Anadolu bölgesinde ırk 6 ve yeni bir ırk (Nev 38) belirlenmiştir (Çakır ve ark., 2009a,b). Patates çeşitlerinin reaksiyonu ve dayanıklılığı etmenin ırklarına göre değişmektedir. Herhangi bir patates çeşidi bir ya da birden fazla ırka dayanıklı olabilmektedir. Genellikle

bu çeşitlerin tercihinde çeşitlerin ticari değerleri önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle her ülke öncelikle lokal dayanıklı çeşitleri tercih etmektedir.

Ülkemizde yapılan çalışmada ticari patates çeşitleri hastalığa reaksiyonları açısından testlenmiş; Van Gogh, Provento ve Latona çeşitleri hastalığa karşı tolerant, yöresel Aybastı sarı çeşidi kendi bölgesinde (Karadeniz) dayanıklı diğer çeşitlerin tamamı ise hassas olarak değerlendirilmiştir. Avrupa çeşitlerinden Saphir, Miriam, Belita, Karolin, Ulme patates çeşitleri ve, Ukrayna çeşitlerinden Prolisok, Barbara, Bojedar

patates çeşitleri dayanıklı olarak tespit edilmiştir (Çakır ve ark., 2006).

Almanya'da 2003 yılına kadar 1574 tarlada 11 patotip (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 ve 18) tanımlanmıştır. Almanya'da Avrupa ülkelerinde birden çok ırka dayanıklı patates çeşitlerinden Pallina Panda, Ulme, Logo gibi sanayilik, Juliane Edelstein, Andante, Miriam gibi yemeklik çeşitler güvenlik kuşağında yetiştirilmektedir (Anonim, 2004). Hollanda'da 123 farklı patates çeşidi ile iki farklı patotip (patotip 1 ve 6) kullanılarak yapılan çalışmalarda; farklı inokulum yoğunluklarında hastalığın şiddeti incelenmiştir. Belirlenen dayanıklı çeşitlerin siğil hastalığı ile bulaşık tarlalarda 3 yıllık üretimi sonucunda topraktaki inokulum miktarında artış görülmediği ve dayanıklı çeşitlerin sekonder enfeksiyonlar için bir risk oluşturmadığı bildirilmiştir (Baayen ve ark., 2005).

Sonuçlar

İnsan faktörü bu hastalığın yayılmasında en önemli etkidir ve hastalık önemli derecede ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hastalıktan meydana gelen ürün kayıpları doğrudan patojenden kaynaklanmamaktadır. Aynı zamanda uygulanan karantina, uzun süreli ürün rotasyonu, yasal yaptırımlar, artan araştırma aktiviteleri, yalnızca dayanıklı patates çeşitlerinin yetiştirilmesini teşvik etmek gibi etkenlerden kaynaklanmaktadır. Mücadele çalışmalarının bulaşık alanlar sınırlandırıldıktan sonra, bulaşık toprağa yönelik yapılması gerekmektedir. Bulaşık tarlada gübrelemede NH₄ uygulamasının, bulaşık alana dikilen bitkilerde birkaç denemeden sonra tümör oluşumunu teşvikte en önemli rolü oynadığı görülmüştür. Enfeksiyonlu bölgelerde bol miktarda üre oluşması, zoosporların hareketini ve enfeksiyonu engelleyebileceği bildirilmiştir. Kültürel uygulamalar ile hastalık oranı düşürülebilmektedir. Kimyasal mücadeleden ziyade biyolojik mücadele ajanları ile çalışılması daha faydalı olacaktır. Güvenlik kuşağı üzerinde dayanıklı çeşit kullanılması sekonder enfeksiyonları önleyici olmasına rağmen karantina tedbirleri ile birlikte uygulandığında bir çözüm olabilir.

Kaynaklar

Anonim 2004. AZMMAE 31.12.2004 tarih ve 2568 sayılı Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry (BBA)/Almanya *Synchytrium endobioticum* ırk belirleme ve karantina uygulamaları eğitimi hizmetiçi raporu.

Baayen R.P., Bonthuis, H., Withagen, J.C.M., Wander, J.G.N., Lamers, J.L., Meffert, J.P., Cochius, G., van Leeuwen, G.C.M., Hendriks, H., Heerink, B.G.J., van den Boogert, P.H.J.F., van de Griend, P and Bosch, R.A., 2005. Resistance of potato cultivars to *Synchytrium endobioticum* in field and laboratory tests, risk of secondary infection, and implications for phytosanitary regulations. EPPO Bulletin 35, 9-23.

Brooks, J.L., Given, J.B., Baniecki, J.F., Young, R.J., 1974. Eradication of potato wart in West Virginia. *Plant Disease Reporter* 58(4), 291-292.

Çakır, E., Onaran, H., Duran, H., Bilgin, M. G., 2006. Türkiye'de Ticari Patates Çeşitlerinin Siğil [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Perc.] Hastalığına Reaksiyonları ve Hastalığın Verime Etkisi. IV. Ulusal Patates Kongresi Bildirisi, 6-8 Eylül.

Çakır, E., van Leeuwen, G. C. M., Flath, K., Meffert, J. P., Janssen, W. A. P. and Maden S., 2009a. Identification of pathotypes of *Synchytrium endobioticum* found in infested fields in Turkey. EPPO Bulletin 39:175-178p.

Çakır, E., Onaran, H. ve Duran, H., 2009b. Türkiye patates ekiliş alanlarında patates siğil [*Synchytrium endobioticum* (Schilb.) Percival] hastalığının patotiplerinin tespiti ve bu patotiplere dayanıklı patates çeşitlerinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar konulu proje sonuç raporu. Proje no: DPT-84-a-020020/TAGEM.

EU, 1969. Council Directive 69/464 on the control of Potato Wart. *Official Journal of the European Communities* L323/1, 561-562.

EPPO, 2004. Diagnostic protocols for regulated pest, *Synchytrium endobioticum*. EPPO Bulletin, 34, 213-218.

Ericson, J., 1914. Wart disease of potatoes. *Journal of the Board of Agriculture* 21, 135-136.

Hampson, M.C., 1977. Screening systemic fungicides for potato wart disease. *Canadian Plant Disease Survey*, Volume 57: 75-78.

Hampson, M.C., 1980. Pathogenesis of *Synchytrium endobioticum*: 2.Effect of soil amendmets and fertilization. *Canadian Journal Of Plant Pathology* 2:148-151.

Hampson, M.C., Goldie, M.P., Porter, G.M., Morris, P.J. and McRae, K.M., 1983. Identification of filed loci with potential for biological control of the potato wart disease. *Canadian Journal of Plant Pathology* 5: 43-48.

Hampson, M.C., 1985. Pathogenesis of *Synchytrium endobioticum*. *Plant and Soil* 87, 241-250.

Hampson, M.C., 1988. Control of potato wart disease through the application of chemical soil treatments: a historical review of early studies (1909- 1928). EPPO Bulletin 18, 153-161.

Hampson, M.C., Coombes, J.W., 1991. Use of crab-sell meal to control potato wart in Newfoundland. *Canadian Journal of Plant Pathology* 13: 97-105 (1991).

Hampson, M.C., 1997. Pathogenesis of *Synchytrium endobioticum*: IX. Effect of irrigation regimes and

- soil mixes on disease incidence with pathotype 2. *Canadian Journal of Plant Pathology* 19:47-51.
- Hunt, H.R., O'Donnell, F.G and Marshall, R.P., 1925. Steam and chemical soil disinfection with special reference to potato wart. *Journal of Agriculture Research* 31, 301-363.
- Johnson, T., 1909-10. *Chrysophlyctis endobiotica* (potato wart or black scab) and other Chytridiaceae. Scientific Proceedings of the Royal Dublin Society 12, 131-144.
- Malec, K., 1979. Viability of resting sporangia of the fungus, *Synchytrium endobioticum*, in the soil under national conditions. *Biuletyn Instytutu Ziemia* no. 23, 87-95 (in polish).
- Malthouse, G.T., 1910. Wart disease of potatoes (*Synchytrium endobioticum*). Harper Adams Agricultural College Bulletin, 40p.
- Noble, R., Roberts, S.J., 2004. Eradication of plant pathogens and nematodes during composting: a review. *Plant pathology* 53, 548-568.
- Potter, M.C., 1909. Note on the 'warty disease' and 'corky scab' of the potato. *Newcastle Farmers Club Journal*, 65.
- Reed, P.J., Dickens, J.S.W., 1993. Evaluation of various disinfectants against potato wart disease. Tests of Agrochemicals and Cultivars *Ann. Appl. Biol.* 14,122 .
- Roach W.A., Glynne, M.D., Brierley, W.B. and Crowther, E.M., 1925. Experiments on the control of wart disease of potatoes by soil treatment with particular reference to the use of sulphur. *Annals of Applied Biology* 12, 152-190.
- Steinmüller, S., Büttner, C., Müller, P., 2007. The effect of composting on *Synchytrium endobioticum*, the organism causing potato wart disease. Symposium Proceeding No.82. Best Practise in Disease, Pest and Weed Managment. Proceeding of an international symposium held at Humboldt Univercity, Berlin, Germany, 112-113.