

Bazı Ayçiçeği Hatlarının Trakya Bölgesindeki Ayçiçeği Mildiyösüne (Plasmopara Halstedii (Farl.) Berl. & De Toni.) Dayanıklılıklarının Belirlenmesi

Göksel EVCI Kemal AKIN Yalçın KAYA Veli PEKCAN M. İbrahim YILMAZ

Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü

Geliş tarihi (Received): 22.10.2010

Düzeltilme (Revised): 20.12.2010

Kabul (Accepted): 10.01.2011

ÖZ: Mildiyö hastalığı, Trakya bölgesinde ayçiçeği ekim alanlarında iklim koşullarına da bağlı olarak, bazı yıllarda yoğun olarak görülmektedir. Avrupa'da ayçiçeği ekimi yapılan ülkelerin çoğunda yıllardır genetik dayanıklı çeşitlerin ekimi yapılmasına rağmen, bu çeşitler ülkemizde son birkaç yıldır ekilmektedir. Çalışmada, Trakya bölgesinde ayçiçeğinde mildiyönün durumunu belirlemek amacıyla, hastalıklı bitkilerden yaprak örnekleri alınarak, bölgeyi temsil edecek yeterli sayıda ve farklı alanlardan hastalıklı bitki örnekleri toplanmıştır. Bu şekilde, Trakya'da tüm mildiyö ırklarının bir karışımı oluşturulmuş ve bitki örnekleri, gölgede 24-48 saat kurutulup, -80 °C soğutucuda saklanmıştır. Saklanan bitki örneklerinden karışım halinde mildiyö spor solüsyonu hazırlanmıştır. Deney materyaline spor solüsyonu vasıtası ile hastalık bulaştırılmıştır. Çalışma sonunda HA-89 ve 6626-A hatları hastalığa karşı hassas, RHA-419, RHA-436, RHA-437, RHA-340, HA-460 hatlarının ise dayanıklı olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada enstitümüze ait açılan restorer materyalden K3-R-SN-3, K3-R-SN-4 ve K3-R-SN-9'un dayanıklılık bakımından açılma gösterdiği saptanmıştır. Bu ön çalışma ile erken generasyonlarda dayanıklı hatlar mevcut olup, bu hatların Trakya bölgesinde mildiyöye karşı dayanıklılık çalışmalarında donör kaynak olarak kullanılabilceği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ayçiçeği mildiyösü, Plasmopara halstedii, dayanıklılık, inokülasyon, ırk karışımı, Trakya Bölgesi.

The Determination of Downy Mildew (Plasmopara Halstedii (Farl.) Berl. & De Toni.) Resistance of Some Sunflower Lines in Trakya Region

ABSTRACT: Downy mildew (Plasmopara halstedii (Farlow) Berlese & de Toni) is widely observed in sunflower planted areas in Trakya region depending on climatic conditions in some years. Although genetically resistant hybrids to downy mildew have just started to plant recently in Turkey, they have been planting many years in European countries. In the study, to determine the situation of downy mildew in Trakya region, leaf samples were collected from mildew infested plants in different areas representing complete region. Consequently, a mixture of all different races was constituted and these leaf samples were dried at shadow at 24-48 hours period, and then they were stored in the refrigerator at -80 °C. Mildew spore solution from these stored plant samples. This spore solution was infested to experimental materials. In the research, HA-89 and 6626-A female lines were found to be to downy mildew and RHA-419, HA-460, RHA-436, RHA-437 and RHA-340 inbred lines were observed as resistant to the disease. In this preliminary study, some resistant lines were observed in the early generations and it was determined that these resistant inbred lines could be used as donor lines in Trakya region in mildew resistance research.

Key Words: Downy mildew, Plasmopara halstedii, resistance, inoculation, race mixture, Trakya region.

GİRİŞ

Hastalıklar ayçiçeğinde (*Helianthus annuus* L.) tane ve yağ verimini sınırlayan en önemli faktörlerin başında olup, çeşitlerin genetik verim potansiyelini düşürmektedir. Mildiyö hastalığı ayçiçeğinde ekonomik öneme sahip en önemli hastalıklardan biri olup, etmeni *Plasmopara halstedii* (Farlow) Berlese & de Toni olan fungustur. Mildiyö, ayçiçeğinde topraktaki nem miktarı fazla olduğunda ve hava sıcaklığı 16 - 18 C° civarında olduğunda özellikle genç yaprakları etkileyerek zarar yapmaktadır (Sakr, 2010). İlk olarak ABD de 1883 yılında tespit edilen bu hastalık, dünyada ayçiçeğinde hibrit tohumculuğunun gelişmesiyle, hastalıklı bitki tohumuyla birlikte taşınarak ülkemiz de dahil birçok ülkeye yayılma göstermiştir.

Mildiyö hastalığına karşı ayçiçeğinde kimyasal mücadele mümkün olup, en etkili fungisit metalaxyl olduğu belirlenmiştir (Viranyi ve Oros.,1991). Şu anda da gerek ülkemizde gerekse dünyanın birçok ülkesinde ruhsatlı ve yaygın olarak (100 kg tohuma 200 g dozda) kullanılmaktadır (Antonova ve ark, 2008). Ancak metalaxyl'in yarılanma ömrü 6 gün olup (Droby ve Coffey, 1991), özellikle ülkemizde ayçiçeği ekiminin yaygın olarak yapıldığı nisan ayının yağışlı ve serin geçtiği yıllarda, ayçiçeği tohumlarının toprak altında bir haftadan fazla kaldığı durumlarda, fungisit kontrolü azalarak, gerek ülkemizde, gerekse diğer ayçiçeği ekilen ülkelerde yoğun epidemilere yol açmaktadır.

Ancak, hastalığa karşı genetik dayanıklı çeşitler yetiştirilerek de hastalıkla mücadele edilmektedir. Ayçiçeğinde genetik kalitatif dayanıklılık *Pl* geni tarafından kontrol edilmektedir (Radwan ve ark. 2002). Bunun yanında aynı şekilde bir kaç gen tarafından kontrol edilen kantitatif dayanıklılık da bazı araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Vear ve ark., 2007; Sakr, 2009; Tourvieille de Labrouhe ve ark., 2008). Ayrıca yapılan son araştırmalar; metalaxy etkili fungisite dayanıklı mildiyö ırkları Fransa'da (Albourie ve ark., 1998), ABD de (Gulya, 2007) ve İspanya da (Molinero-Ruiz ve

ark., 2000). Tespit edilmiştir. Bu nedenle genetik dayanıklılık hastalıkla mücadelede gelecek için büyük önem taşımaktadır. Yabancı *Helianthus* türleri dayanıklılık gen kaynakları olarak kullanılmış ve *H. annuus* melezlerinden *Pl*₆, *H. praecox* melezlerinden *Pl*₇ ve *H. argophyllus* melezlerinden *Pl*₈ (Miller ve Gulya,1991; Korell ve ark., 1996; Miller, 1992; Dussle ve ark, 2004) dayanıklılık genleri elde edilmiştir.

Ayçiçeği mildiyösünün dünyada 35 ten fazla ırkı belirlenmiş olup (Gulya, 2007), ırk 100 (Avrupa ırkı) ilk olarak 1965 den 1987 ye kadar ekonomik zarar yapmıştır. Daha sonra 300, 310, 304, 307, 314, 714, 717, 330, 334,700, 704, 707, 710, 730 ırkları ortaya çıkmıştır (Rozynek ve Spirng, 2000; Shindrova, 1992, 1995, 1998, 2000, 2006; Tourvieille de Labrouhe ve ark. 2005; Delmotte ve ark. 2008). 1990 yılından beri ekonomik zarar yapan 704 ve 714 ırklarını *Pl*₆ geni kontrol etmektedir. Yine Fransız ırkı olan 334 nolu ırk ise, *Pl*₅ geni tarafından ve mevcut tüm ırkları kontrol eden *Pl*₈ geni de belirlenmiştir (Tourvieille de Labrouhe ve ark., 2008; Sakr, 2010). ABD Tarım Bakanlığı'nca mildiyönün değişik ırklarına birçok hat geliştirilmiş olup (Miller ve Gulya, 1988, 1991; Tan ve ark. 1992), son geliştirilen USDA ıslah hatları, HA-335, HA-339, HA-444, HA-445, HA-446 ana hatları ve RHA-340, RHA-447 restorer hatları *P. halstedii*'nin bilinen bütün ırklarına dayanıklılık göstermiştir (Miller ve ark. 2004).

Mildiyö hastalığının yoğunluğu, ayçiçeğinin yetiştirildiği çevre koşullarına, yağış miktarına, sıcaklığına bağlı olarak değişir. Eğer mevsim yağmurluysa, nispi nem çok yüksek ise ve hava sıcaklığı 20 C° nin altında ise, hastalık yoğunluğu artar. Primer enfeksiyonlar ekonomik zarara yol açar, ancak sekonder enfeksiyonlar ekonomik bir zarara neden olmazlar. Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nce 2007 ve 2008 yıllarında bölgede yapılan tespit çalışmalarında, ayçiçeği üretim alanlarında % 80-90'lara varan mildiyö epidemisi olduğu belirlenmiştir. Yine tohum ilaçlamasının, çevre koşullarına da bağlı olarak, epideminin yoğun olduğu yıllarda hastalığı önleme açısından etkisinin azaldığı rapor edilmiştir.

Ayçiçeği mildiyösü ile ilgili dayanıklılık test çalışmaları tarlada, doğal inokulumun her yerde aynı düzeyde olmaması, hava koşullarının yıldan yıla değişmesi nedeni ile bir takım güçlükler çıkarmaktadır (Maden, 1982). Bu amaçla mildiyönün yapay, sistemik enfeksiyonlar elde edilmeye çalışılmıştır. Mildiyönün yapay inokulasyonu detaylı olarak Cohen ve Sackston (1973) tarafından araştırılmıştır. Bu araştırmacılar değişik konsantrasyonda sporangium süspansiyonları kullanarak 3-4 günlük çimlendirilmiş ayçiçeği tohumlarını değişik sıcaklıklarda bulundurarak yapay inokulasyon yoluyla bulaşmaların oluşumu, bulaşma sonrası sıcaklığın hastalık çıkışına etkisini araştırmışlardır. Aynı araştırmacılar 3 günlük çimlenmiş tohumların inokulasyonu sırasında en uygun sıcaklığın 15°C ve inkubasyon sırasında da en uygun sıcaklığın 20°C olduğunu bulmuşlardır. Sporangium yoğunluğu hastalık çıkışını önemli oranda etkilememiştir. Daha sonra diğer araştırmacılar da bu inokulasyon yöntemiyle çalışmışlardır (Zimmer, 1975; Viranyi, 1977; Gulya ve ark, 1991 ve 1998).

Bu çalışmada, enstitüme mevcut ayçiçeği hatlarında ve çeşitlerinde genetik dayanıklılığı

sağlayacak bazı gen kaynaklarının, Trakya bölgesindeki mevcut mildiyö ırklarına dayanıklılıkları tespit edilmiştir. Bu amaçla yapay inokülasyon yöntemi kullanılmıştır. İnokülasyonda bölgeden toplanan ve hastalıklı bitkilerden elde edilen mildiyö ırkları popülasyonu kullanılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Tüm mildiyö ırklarına hassas HA-89 hattı (Molinero-Ruiz ve ark., 200), yöntemde kontrol olarak kullanılmıştır. Çalışmada ABD Tarım Bakanlığı'ndan (USDA) elde edilen HA-460, RHA-419, RHA-340, RHA-436, RHA-437 hatları ve enstitüye ait 6626-A hattı (tester ana hattı olarak kullanılan) ve erken generasyonlardan alınan Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne (TTAE) ait ıslah materyali (K3-R-SN-3, K3-R-SN-4, K3-R-SN-9) kullanılmıştır (Çizelge 1). RHA-436 ve RHA-437 hatları mildiyö hastalığına karşı *Pl 8* dayanıklılık genini taşımaktadır (Miller ve ark., 2004). RHA-419 hattı mildiyö hastalığına karşı *Pl-arg* ve HA-460, RHA-340 hatları *Pl 8* dayanıklılık genlerini taşımaktadır (Vear ve ark., 2008; Jovic ve ark., 2010).

Çizelge 1. Çalışmada test edilen genetik materyal.

Table 1. The genetic materials which were tested in that research.

Test edilen materyal Tested material	Elde edildiği yer Obtained place	Mevcut dayanıklılık geni Existing resistant gene
HA-460	USDA	<i>Pl 8</i>
RHA-419	USDA	<i>Pl-arg</i>
RHA-340	USDA	<i>Pl 8</i>
RHA-436	USDA	<i>Pl 8</i>
RHA-437	USDA (Amerika Tarım Bakanlığı)	<i>Pl 8</i>
6626-A	TTAE (Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü)	Dayanıklılık durumu bilinmemekte
HA-89	TTAE	Dayanıklılık geni içermemektedir.
K3-R-SN-3	TTAE	<i>Pl 8</i> (RHA-437 melezi)
K3-R-SN-4	TTAE	<i>Pl 8</i> (RHA-437 melezi)
K3-R-SN-9	TTAE	<i>Pl 8</i> (RHA-437 melezi)

Hastalık Şiddeti Değerlendirilmesi: Çalışmada hastalık şiddeti değerlendirilmesi Çizelge 2’de verilen belirtilere göre yapılmıştır.

Çizelge 2. Denemede yer alan ayçiçeği hatlarının mildiyöye karşı rekasyonları (Viranyi ve Bartha, 1981).

Table 2. The reactions of hybrids existed in the experiments against downy mildew (Viranyi ve Bartha, 1981).

Grup Group	Mildiyöye karşı reaksiyon The reactions against downy mildew	Hastalık belirtileri The disease symptoms	Bitkideki fFungal yaygınlık Fungal area of plant
1	Duyarlı	Çökerten, hipokotil, gerçek yapraklarda sporulasyon, yaprakta klorosis ve epikotilde sporulasyon	Tüm bitki
2	Orta derecede duyarlı	Hipokotil ve kotiledonlarda sporulasyon	Kökler hipokotil, kotiledon
3	Dayanıklı	Hipokotilde lezyon ve/veya sporulasyon	Kökler ve hipokotil
4	Çok dayanıklı	Belirti yok	Fungal gelişme yok

İnokülasyonun Hazırlanması: İnokülasyonda kullanılan mildiyö hastalık etmeni, tüm Trakya bölgesinde, farklı lokasyonlardaki hastalıklı bitkilerden karışım olarak elde edilmiştir. Toplanan bu hastalıklı bitki örnekleri -80°C’de saklanmıştır. Kullanımdan hemen önce saf su içerisine hastalıklı bitki yapraklarından fırça ile süpürülen hastalık sporları yoğunluğu mikroskop ve thoma lamı yardımıyla belirlenmiştir. 30.000-50.000 sporangium/ml yoğunlukta spor süspansiyonu inokülasyon işleminde kullanılmıştır (Vranyi, 1977; Gulya ve ark., 1991 ve 1998).

İnokülasyon: İnokülasyon çalışması tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılmıştır. Her petriye 5 tohum gelecek şekilde iki tekerrür halinde tohumlar hazırlanmıştır. Öncelikle test edilecek ayçiçeği materyaline ait tohumların yüzeyi % 1’lik NaOCl kullanılarak steril edilmiş ve saf su ile durulanmıştır. Sonra çimlendirmek üzere oda ısısında karanlık bir ortamda 3-4 gün bekletilmiştir. Çimlenen tohumların kökçüklerinin uzunluğu 0,5-1 cm. olması sağlanmıştır. Çimlenen tohumlar, hastalığın bulaştırılması amacıyla, petriyer içerisindeki önceden hazırlanan spor solüsyonuna bırakılmıştır. Bu şekilde +16 °C’de 4-5 saat bekletilmiştir.

Araştırmada, + 16°C’de bekletilen çimlendirilmiş tohumlar daha sonra steril edilmiş kum + perlit karışımından (1/3 perlit+2/3 kum) oluşan saksılara

(veya küçük plastik kaplara) ekilmiş ve ortam sıcaklığı +24°C’ye ayarlanarak, 12 saat aydınlık ve 12 saat karanlık olacak şekilde iklim odasında kontrollü şartlarda büyümeye bırakılmıştır. Hastalık bulaştırılmış bu bitkilerin ilk gerçek yaprakları 2-3 mm büyüklüğüne ulaştığında, saksıların dolayısıyla bitkilerin üzeri hava geçirmeyecek şekilde, şeffaf naylon poşet ile kapatılmıştır. Kapatma işlemi bitki büyüme ortamında %100 nem oluşması amacıyla yapılmıştır. Bu şekilde kapatılan bitkiler +16 ve +17 °C’de 24-48 saat kalmışlardır. Böylece hassas olanların kotiledon yapraklarında beyaz renkte mildiyö sporları görülebilmektedir. Dayanıklı olanlarda bu lezyonlara rastlanmamıştır (Vranyi, 1977; Gulya ve ark, 1991 ve 1998).

Örneklerin Toplanması: Hastalıklı bitki örnekleri, Trakya’daki ayçiçeği ekiliş alanını temsil edecek şekilde, farklı lokasyon ve farklı yönlerden toplanmıştır. Ayçiçeğinin bölgede 8-10 yapraklı olduğu dönemden itibaren survey çalışmasına çıkmıştır. Her lokasyon kapsamlı bir şekilde gezilerek ayçiçeği ekiliş alanlarına göre tarla sayısı ve büyüklüğü de dikkate alınarak ekim alanının en az % 1 kadarını temsil edecek şekilde tesadüfi örnekleme yapılmıştır (Aktaş, 2001). Trakya bölgesinde ayçiçeği ekimi yapılan farklı lokasyonlarda alınan örnek sayıları ve lokasyon isimleri Çizelge 3’de görülmektedir.

Çizelge 3. Hastalıklı bitki örneklerinin toplandığı lokasyonlar ve örnek sayıları.

Table 3. Locations in which infested plants samples were collected and the number of samples.

Lokasyon adı The name of location	Lokasyonda örnek toplanan tarla sayısı The number of field	Tarla başına toplanan örnek sayısı The number of collected samples per field
Edirne Merkez (enstitü arazisi)	2	20
Kemal köy - Edirne	2	20
Budakdoğanca - Edirne	2	20
Karabulut - Edirne	2	20
Turnacı - Uzunköprü	2	20
Kurduköy - Uzunköprü	2	20
Çalıköy - Uzunköprü	2	20
Faraş - Hayrabolu	2	20
Aydinlar - Hayrabolu	2	20
Şahinköy - Malkara	2	20
Doluköy - Malkara	2	20
Eskibedir - Kırklareli	2	20
Değirmenköy - Silivri	2	20
Kırklareli - merkez	2	20

BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada Trakya bölgesinde Çizelge 2’de görülen farklı lokasyonlardan mildiyö hastalığına yakalanan bitkilerden örnekler toplanmıştır. Mildiyö bitki örnekleri -80°C ‘de saklanmıştır. Buna göre TTAE’ne ait 6626-A hattının Trakya bölgesinden toplanan mildiyö ırkları karışımına hassas olduğu; K3-R-SN-3, K3-R-SN-4, K3-R-SN-9 generasyonundan alınan tek bitkilerin dayanıklılık testine göre bazılarının çok dayanıklı, bazılarının duyarlı karakter göstermesinden dolayı halen bu materyalin mildiyöye dayanıklılık bakımından genetik olarak durulmadığı; RHA-419, HA-460, RHA-340, RHA-436, RHA-437 hatlarının (USDA Materyali) çok dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

K3-R-SN-3, K3-R-SN-4, K3-R-SN-9 restorer generasyonu RHA-437 melezleri olup, bu melezlerden araştırma sonuçlarına göre bölgedeki

mildiyö ırk popülasyonuna dayanıklı hatlar elde edilebileceği görülmüştür. Test işleminde hassas kontrol çeşit olarak mildiyönün tüm ırklarına hassas HA-89-A hattı kullanılmış ve duyarlı bulunmuştur.

Toplanan mildiyö örnekleri inokülasyon işleminde etkili bir şekilde defalarca kullanılmıştır. 30.000-50.000 sporangium/ml yoğunlukta spor süspansiyonu kullanılarak tohumlara mildiyö inokülasyon yöntemi uygulanmış ve başarılı bir inokülasyon elde edilmiştir (Cohen ve Sackston , 1973).

İlk gerçek yapraklar 2-3 mm uzunluğa ulaştığında, saksılar şeffaf naylon ile sıkıca kapatılarak ortamda yüksek nem elde edilmesi sağlanmıştır. Bu şekilde bitkiler +16-17°C ‘de iki gün bekletilmiş ve iki günün sonunda (Resim 1) kotiledon yaprakları üzerinde mildiyö sporları yoğun bir şekilde görülmüştür.



Resim 1. *P. Helianthi*'e dayanıklı (RHA-419 ve RHA-437) ve hassas ayçiçeği hatları (HA-89 ve 6626-A)'dan görünümür.
Figure 1. Appearance of the resistant (RHA-419 ve RHA-437) and susceptible sunflower lines (HA-89 ve 6626-A) to *P. helianthi*.

Çizelge 4. Mildiyö dayanıklılık testine alınan ayçiçeği hatları ve gözlem sonuçları.

Table 4. The sunflower lines tested in the downy mildew resistance and observation results.

Hat adı The name of line	Test edilen bitki sayısı The number of plants	Dayanıklı bitki sayısı The number of resistant plants	Duyarlı bitki sayısı The number of susceptible plants	Dayanıklılık durumu Behavior of the line
HA-89-A (Kontrol)	10	--	10	Duyarlı
6626-A	10	--	10	Duyarlı
RHA-419	10	10	--	Çok dayanıklı
RHA-437	10	10	--	Çok dayanıklı
RHA-436	10	10	--	Çok dayanıklı
RHA-340	10	10	--	Çok dayanıklı
HA-460	10	10	--	Çok dayanıklı
K3-R-SN-4	10	7	3	Çok dayanıklı-duyarlı
K3-R-SN-9	10	8	2	Çok dayanıklı-duyarlı
K3-R-SN-3	10	5	5	Çok dayanıklı-duyarlı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bölgeden toplanan hastalıklı bitki örneklerinden elde edilen spor karışım solüsyonu kullanılarak ayçiçeği hatları ve popülasyonları mildiyö hastalığına karşı başarılı bir şekilde test edilmiştir. Tüm bölgeden farklı lokasyonlardan toplanan mildiyö ırk popülasyonuna karşı test edilen hatlar ve dayanıklılık durumları Çizelge 4’de verilmiştir. *Pl-arg* ve *Pl8* genlerini taşıyan ve ileride dayanıklılık ıslah çalışmalarında donör gen kaynakları olarak kullanılacak bu deneme materyali, bölgeden toplanan mildiyö ırk popülasyonuna dayanıklılık göstermişlerdir.

Sonuç olarak, Trakya bölgesi mildiyö ırk karışımına dayanıklı bulunan ayçiçeği genetik kaynakları, TTAE’nin mildiyöye dayanıklı ayçiçeği hibrit çeşit geliştirme çalışmalarında güvenilir bir şekilde kullanılabilceği, kullanılan inokulasyon metodundan güvenli ve sağlıklı sonuçlar alınabileceği anlaşılmıştır. Bu mildiyöye dayanıklı gen kaynaklarından RHA-437 ile yapılan melezleme çalışmasından elde edilen ıslah materyalleri K3-R-SN-3, K3-R-SN-4 ve K3-R-SN-9 popülasyonlarından elde edilen tek bitkilerden dayanıklıların olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Böylece dayanıklılıkları test sonucu kanıtlanan bu tek bitkiler, bir sonraki ıslah generasyonuna dahil edilerek kendileme ve seleksiyon çalışmalarına devam edilecektir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Albourie J.M, J. Tourvieille, and D. Tourvieille de Labrouhe. 1998. Resistance to metalaxyl in isolates of the sunflower pathogen *Plasmopara halstedii*. Eur. J. Plant Pathol. 104: 235–242.
- Aktaş, H. 2001. Önemli Hububat Hastalıkları ve Survey Yöntemleri, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Bitki Sağlığı Araştırmaları Daire Başkanlığı, Ankara, 74s.
- Antonova, T., M. Iwebor, and N. Araslanova. 2008. Races of *Plasmopara halstedii* on sunflower in separate agrocenoses of Adigeysa Republic, Krasnodar and Rostov regions in Russia. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain June 8-12, 1: 85-96.
- Cohen, Y., and W.E. Sackston, 1973. Factors affecting inoculation of sunflowers by *Plasmopara halstedii*. Can. J. Bot. 51: 15-22.

- Delmotte F., X. Giresse, S. Richard-Cervera, J. M’Baya, F. Vear, J. Tourvieille, P. Walser, and D. Tourvieille de Labrouhe. 2008. Single nucleotide polymorphisms reveal multiple introductions into France of *Plasmopara halstedii*, the plant pathogen causing sunflower downy mildew. Infect. Genet. Evol. 8: 534–540.
- Droby, S., and M. D. Coffey. 1991. Biodegradation process and the nature of metabolism of metalaxyl in soil. Ann. Appl. Biol. 118: 543-553.
- Dussle C. M., V. Hahn, V. Knapp., and E. Bauer, 2004. *PlArg* from *Helianthus argophullus* is unlinked to other downy mildew resistance genes in sunflower. Theor. Appl. Genet. 104: 592–600.
- Gulya, T. J., J. F. Miler, F. Firanyi, and W. E. Sackston, 1991. Proposed internationally standardized method for race identification of *P. halstedii*. Helia 14: 11-20.
- Gulya, T. J., D. Tourvieille de la Brouhe, S. Maširević, A. Penaud, K. Rashid, and F. Viranyi. 1998. Proposal for standardized nomenclature and identification of races of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew). ISA Symposium III: Sunflower downy mildew, Fargo (ND, USA) 13-14 January, pp. 130-136.
- Gulya, T. J. 2000. Metalaxyl resistance in sunflower downy mildew and control through genetics and alternative fungicides. In: Proceedings of the 15th International Sunflower Conference, Toulouse, France, 12-15 June 2000. Vol. II. pp. 1.79-1.85.
- Gulya, T. J. 2007. Distribution of *Plasmopara halstedii* races from sunflower around the world. p. 135–142. In: “Advances in Downy Mildew Research” Vol. 3 Proc. of the 2nd International Downy Mildew Symposium. 2–6 July 2007, Palcky University in Olomouc and JOLA, v.o.s., Kostelec na Hane, Czech Republic.
- Jocić, S. S., N. Cvejić, D. Hladni, and V. Miklič Miladinović. 2010. Development of sunflower genotypes resistant to downy mildew. International Symposium "Breeding of Sunflower on Resistance to Diseases". 23-24 June. Krasnodar, Russia. pp. 92-96.
- Korell, M., L. Brahm, R. Horn, and W. Friedt. 1996. Interspecific and intergeneric hybridization in sunflower breeding, I: General breeding aspects. Plant Breeding Abstracts 66: 925-931
- Maden, S. 1982. Ayçiçeği Mildiyösü (*Plasmopara Halstedii* (Farlow) Berl. Et De Toni) Yapay İnokulasyonu, Bunun Değerlendirilmesi, İnokulasyondan Sonraki Sıcaklığın Hastalık Çıkışına Etkisi ve Kimyasal Savaşımı. Bitki Koruma Bülteni. 22 (1): 52-58.
- Miller, J. F., and T. J. Gulya. 1988. Registration of six downy mildew resistant sunflower germplasm lines. Crop Sci. 28: 1040-1041.
- Miller, J.F., and T.J. Gulya. 1991. Inheritance of resistance to race 4 of downy mildew derived from interspecific cross of sunflower. Crop Sci. 31: 40-43
- Miller, J. F., T.J. Gulya, and B. A. Vick. 2004. Registration of two maintainer (HA 434 and HA 435) and three restorer (RHA 436 to RHA 438) high oleic oilseed sunflower germplasms. Crop Science. 44(3):1034-1035.

- Molinero-Ruiz, L., J. Dominguez, and J. M. Melero Vara. 2000. Evaluation of Spanish isolates of *Plasmopara halstedii* for tolerance to metalaxyl. *Helia* 23: 33-38.
- Rozynek, B., and O. Spring. 2000. Pathotypes of sunflower downy mildew in southern parts of Germany. *Helia* 23(32): 27-34.
- Radwan O., M. F. Bouzidi, F. Vear, J. Phillipon, D. Tourvieille de Labrouhe, P. Nicolas, and S. Mouzeyar. 2002. Identification of non TIR-NBS-LRR markers linked to the PL5/PL8 locus for resistance to downy mildew in sunflower. *Theor. Appl. Genet.* 106: 1438–1446.
- Sakr, N. 2009. Components of quantitative resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) in sunflower (*H. annuus*). *J. Plant Protection Res.* 49 (3): 297–301.
- Sakr N. 2010. A Plant Mixture Model Against *Plasmopara halstedii* (Sunflower Downy Mildew). *Journal of Plant Protection Research* 50 (2), 125-129.
- Shindrova, P. 1992. Race composition of downy mildew (*Plasmopara helianthi* Novot.) in Bulgaria during the period 1988-1990. *Plant Science*, Vol. XXIX, N 7-8, Sofia, pp. 118-122.
- Shindrova, P. 1995. Race composition of downy mildew (*Plasmopara helianthi* Novot.) in Bulgaria during the period 1991-1994. The first Balkan Symposium on breeding and cultivation of wheat, sunflower and legume crops, Albena, Bulgaria, 345-348.
- Shindrova, P. 1998. Distribution and race composition of downy mildew (*Plasmopara halstedii*) in Bulgaria in the period 1995-1997. 7th International Congress of Plant Pathology, Edinburgh, Scotland, 9-16 August 1998. (Downy Mildew Newsletter, Number 10, 1998, 16).
- Shindrova, P. S. 2000. Distribution and race composition of downy mildew (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. and de Toni) in Bulgaria. *Helia* 23(33): 25-32.
- Shindrova, P. 2005. New nomenclature of downy mildew races in sunflower *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berlese et de Toni) in Bulgaria (Race composition during 2000-2003). *Helia* 28 (42): 57-64.
- Shindrova, P. 2006. Downy mildew (*Plasmopara halstedii* (Farl.) Berlese et de Toni) - distribution and race composition during 2004-2006. 70th Anniversary of Plant Protection Institute and Annual Balkan Week of Plant Health-Plant Protection Institute, May 28-31, 2006, Kostinbrod, Bulgaria-Book of Abstracts, pp. 22.
- Tan, A. S., C. C. Jan, and T. J. Gulya. 1992. Inheritance of resistance to race 4 of sunflower downy mildew in wild sunflower accessions. *Crop Sci.* 32:949-952.
- Tourvieille de Labrouhe D., F. Sere, P. Walser, S. Roche, and F. Vear. 2008. Quantitative resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) in sunflower (*Helianthus annuus*). *Euphytica* 164: 433–444.
- Vear F., F. Sere, S. Roche, P. Walser, and D. Tourvieille de Labrouhe. 2007. Recent research on downy mildew resistance useful for breeding industrial – use sunflower. *Helia* 30: 45–54.
- Vear, F., F. Serre, I. Jouan-Dufournel, P. F. Bert, S. Roche, P. Walser, D. Tourvieille de Labrouhe, and P. Vincourt. 2008. Inheritance of quantitative resistance to downy mildew (*Plasmopara halstedii*) in sunflower (*H. annuus*). *Euphytica* 164: 561–570.
- Vear, F., H. Serieys, A. Petit, F. Serre, J.-P. Boudon, S. Roche, P. Walser, and D. Tourvieille de Labrouhe. 2008. Origins of major genes for downy mildew resistance in sunflower. In Proc. 17th Int. Sunflower Conf., 8–12 June. Cordoba, Spain. 125–130.
- Virányi, F., 1977. An improved method for detecting systemic infection of sunflower seedlings caused by *Plasmopara halstedii*. *Acta Phytopathologica Acad. Scientiarum Hungaricae*, 12, 263-267.
- Virányi, F., and G. Oros. 1991. Developmental stage response to fungicides of *Plasmopara halstedii* (sunflower downy mildew). *Mycol. Res.* 95:199-205.
- Virányi F., and M. Bartha. 1981. Evaluation of sunflowers for the degree of resistance to downy mildew. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*. 16: 265-267.
- Zimmer, D. E., 1975. Some biotic and climatic factors influencing sporadic occurrence of sunflower downy mildew. *Phytopathology*, 65, 751-754.