

TOPRAKSIZ TARIMDA (HİDROPONİK KÜLTÜR) BİTKİ PATOJENİ VİRÜSLER

Mehmet Ali ŞEVİK*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun

*:e-mail: malis@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 14.01.2010

Kabul Tarihi: 23.03.2011

ÖZET: Hidroponik olarak da bilinen topraksız tarım, toprak kaynaklı birçok hastalık ve zararlı, toprak ve su tuzluluğu, kimyasal kalıntı, besin elementi noksanlığı ve kuraklık gibi toprak ve su ile ilgili problemler yaşayan yetiştiriciler için bir alternatif üretim sağlamaktadır. Hidroponik sistemler, genellikle kapalı sistem ve besin eriyiklerinin sirküler olarak sürekli kullanılması şeklinde dizayn edilmektedir. Bu yüzden hidroponik sistemlerde bitkiler, su ile taşınabilen patojenlerin neden olduğu hastalıklara maruz kalabilmektedir. Bu derlemede, özellikle hidroponik sistemde bitki patojeni virüslerin neden olduğu hastalıklar kısaca özetlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Virüs, topraksız tarım, hidroponik kültür, sulama suyu

PLANT VIRUSES IN SOILLESS CULTURE (HYDROPONICS)

ABSTRACT: Soilless culture, known as hydroponics, offers an alternative way to plant growers who faced soil and water-related problems such as soilborne pathogens and pests, soil and water salinity, chemical residues, nutrient deficiency and water shortage in soil. Since hydroponic systems are designed to recirculate nutrient solution in closed devices, plants in these systems can be exposed to the risk of diseases caused by water-transmissible pathogens. In this review, diseases caused by plant viruses, particularly in hydroponic systems, are summarized briefly.

Key Words: virus, soil-less culture, hydroponic culture, irrigation water

1. GİRİŞ

Hidroponik olarak da bilinen topraksız tarım, özellikle toprak kökenli patojenler gibi bazı toprak kaynaklı problemler yaşayan üreticiler için alternatif bir üretim şekli sağlamaktadır (Resh, 1981; Pares ve ark., 1992). Ayrıca, topraksız tarım sistemleri; su, pH, bitki besin elementleri, sıcaklık gibi bitkiler için optimum gelişme şartlarını sağlaması açısından da son derece önemlidir (Schnitzler, 2004). Topraksız tarımın kökeni 17. yy'a (1666) dayanmaktadır. O yıllarda su (dere) nanesi (*Mentha spicata*) bitkisinin 9 ay boyunca cam viyollerde sadece su içerisinde canlı kalabildiği belirlenmiştir (Olympios, 1999). Hidroponik sistemlerde genellikle kapalı ve sirküler olarak besin solüsyonları sürekli kullanılmaktadır. Bu yüzden bitkiler suda taşınabilen bitki patojenlerinin neden oldukları hastalıklara karşı büyük risk taşımaktadır.

Diğer patojenlere oranla bitki virüslerinin suda bulunması ve su ile taşınması fazla önemsenmemiş ve bu konuda yapılan çalışmalar sınırlı sayıda kalmıştır. Ancak yinede bazı çalışmalar yapılmış ve farklı su kaynaklarında çok sayıda bitki patojeni virüslerin bulunduğu belirlenmiştir. Örneğin, Macaristan'da yapılan bir çalışmada çevreden alınan 47 su örneğinde 26 bitki virüsünün varlığı tespit edilmiştir (Horvath ve ark., 1999). Çevre sularında bitki virüslerinin bulunması (Erdiler ve Akbaş, 1994; Panayotou, 1997; Koenig ve ark., 2004; Rosner ve ark., 2006; Boben ve ark., 2007), hem su kirliliği oluşturması, hem de virüslerin tarım alanlarında etkili bir şekilde yayılması bakımından oldukça önem arz etmektedir (Koenig, 1986; Panayotou, 1997; Boben ve ark., 2007). Özellikle açık alan ve

sera sulama suyu (Campbell, 1996), topraksız tarımda kullanılan sularda ve hidroponik sistemlerde kullanılan besin eriyiklerinde kesin, doğru kontroller yapılmalıdır (Gosalves ve ark., 2003; Bandte ve ark., 2009). Aksi takdirde, bulaşık sular bitki hastalıkları için enfeksiyon kaynağı oluşturacak ve ürün kayıplarına yol açabilecektir. Sularda virüs etmeni bulunması halinde bitkinin kök sistemi yoluyla bitkiyi enfekte etmesine ve hastalık semptomu oluşturmaya neden olacaktır. Sularda bulunan bitki virüslerinin tespit ve teşhisi için hızlı, doğru ve uygun teşhis metotların kullanılması gerekmektedir.

Bu makalede, bitki patojeni virüslerin sulama suyu ve özellikle topraksız kültürde kullanılan besin solüsyonları ile taşınma durumları ve bu sulardaki virüslerin teşhis metotları ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. TOPRAKSIZ TARIMDA BİTKİ PATOJENİ VİRÜSLER

Geleneksel yetiştiriciliğin aksine, topraksız üretim sisteminde sürekli su ve besin eriyikleri sirkülasyonunun sağlanması gerekmektedir. Yetiştiricilikte sirküler olarak besin solüsyonu kullanmak bazı avantajlar sağlamakla birlikte, bazı sakıncaları da beraberinde getirmektedir. Bazı durumlarda bu sisteme bitki patojenlerinin girmesi durumunda büyük sıkıntılar oluşabilmektedir. Bu yüzden kullanılan üretim materyalleri, su ve besin solüsyonlarının patojenlerden arı olması son derece önemlidir (Schnitzler, 2004).

Su içerisinde bulunan birçok bitki virüsleri, direk bu sudan tespit edilebilmekte ve su vasıtasıyla diğer alanlara taşınabilmektedir (Paludan, 1985;

Büttner ve ark., 1995). Yapılan çalışmalarda, deniz (Fuchs ve ark., 1996; Polischuk ve ark., 2007), ırmak ve dere (Tomlinson ve ark., 1983; Tomlinson ve Faithfull, 1984. ; Tosić ve Tosić, 1984), göl (Koenig, ve Lesemann, 1985; Piazzolla ve ark., 1986; Erdiller ve Akbaş, 1994; Polak, 1994), sulama suyunda (Piazzolla ve ark., 1986; Koenig, ve ark., 1988; Juretic ve ark., 1996; Pleše ve ark., 1996), drenaj ve yer altı sularında (Koenig, 1986; Koenig, ve ark., 1989; Campbell, 1996), kuyu ve kaynak suyunda bitki patojeni virüsler tespit edilmiştir (Panayotou, 1997).

Topraksız kültürde kullanılan besin solüsyonları ile *Tomato mosaic virus* (ToMV), *Cucumber green mottle mosaic virus* (CGMMV), *Tobacco necrosis virus* (TNV) ve *Lettuce big vein virus* (LBVV)'ün taşınabildiği rapor edilmiştir (Paludan, 1985; Pares ve ark., 1992; Runia W.Th., 1995; Park ve ark., 1999).

Türkiye'de yapılan bir çalışmada Ankara ilinde çeşitli su kaynaklarından toplanan örneklerde *Alfalfa mosaic virus* (AMV), *Cucumber mosaic virus* (CMV), *Tomato black ring virus* (TBRV), *Watermelon mosaic virus-2* (WMV-2), *Zucchini yellow mosaic virus* (ZYMV)'nün varlığı belirlenmiştir (Erdiller ve Akbaş, 1994). Başka bir çalışmada, Slovenya'da 2004-2006 yılları arasında farklı lokasyonlarda ırmak, tarım alanlarına yakın çakıl ocağı, *Tomato mosaic virus* (ToMV) ile bulaşık seraların su deposundan ve bulaşık sera toprağından su örnekleri alınmıştır. Alınan su örneklerinde; test bitkileri, Double Antibody Sandwich - Enzyme Linked Immunosorbent Assay (DAS-ELISA), elektron mikroskobu ve real-time Polimeraz Zincir Reaksiyonu gibi çok farklı metotlar kullanılarak ToMV tespit edilmiştir (Boben ve ark., 2007). Topraksız tarımda sirküler olarak kullanılan besin solüsyonunda, *Tomato mosaic virus* (ToMV) varlığının tespiti amacıyla yapılan başka bir çalışmada, besin solüsyonunda elektron mikroskobu ile ToMV tespit edilmiştir. ToMV partikülleri besin solüsyonunda 6 ay enfeksiyon yeteneğini kaybetmeden kalabilmiş ve konukçu bitkilere inokulasyon yapıldığı zaman 10 gün içerisinde semptom gözlenebilmiştir. Bu sonuçlar topraksız tarımda tek bir enfekteli bitkinin dahi enfeksiyon kaynağı olarak salgına sebep olabileceğini göstermiştir (Pares ve ark., 1992).

Köklerde enfeksiyon gerçekleştiren birçok virüs etmeni hidroponik sistemde sirküler olarak kullanılan çeşitli besin solüsyonları ile taşınabilmektedir (Jenkins ve Averre, 1983). Özellikle toprak kökenli funguslar ile taşınan bitki virüsleri için, su ile virüslerin taşınması topraksız tarımda sık karşılaşılan bir durumdur (Rosner ve ark., 2006). Örneğin, Türkiye'de Amasya ilinde yapılan çalışmada, bölgeden alınan şeker pancarı bitki örneklerinin, Yeşilirmak nehrinin kollarının bulunduğu, çay, dere ve su kanalları bakımından zengin olan bölgelerde diğer bölgelere oranla daha

yüksek oranda, toprak kökenli bir fungal etmen (*Polymyxa betae* Keskin) ile taşınabilen *Beet necrotic yellow vein virus* (BNYVV) ile bulaşık olduğu belirlenmiştir (Özer ve Ertunç, 2005). Benzer olarak, topraksız kültürde *Melon necrotic spot virus* (MNSV)'ün sulama suyu ve besin solüsyonları ile taşındığı rapor edilmiştir (Gosalves ve ark., 2003; Bandte ve ark., 2009). *Olpidium bornovanus* fungusunun aquatik zoosporları ile taşındığı için MNSV'nin yoğunluğu suda bitki yetiştirme sistemlerinde daha yüksek oranda bulunmuştur. MNSV partikülleri, oldukça stabildir ve yıllarca toprakta ve enfekteli bitki artıklarında kalabilir ve normal sulama suyu yada şiddetli yağışlar sonucu oluşan sel baskınları sonucunda toprağa karışabilir ve diğer alanlara bulaşabilmektedir (Campbell ve ark., 1996). Yine aynı fungus türü (*O. bornovanus*) ile taşınan toprak kökenli bir virüs olan *Cucumber leaf spot virus* (CLSV), hıyar seralarından alınan drenaj sularında tespit edilmiştir. Bu çalışma ile CLSV'nin seralarda sulama sistemiyle yayıldığı ve su-kaynaklı (water-borne) bir virüs olduğu ilk defa kanıtlanmıştır. Seralarda su sirkülasyonunun bu ve bunun gibi su ile taşınabilen virüslerin hızlı bir şekilde yayılmasına yol açtığı vurgulanmıştır (Rosner ve ark., 2006).

Gonzalez ve ark. (1986) yaptıkları çalışmada, *Tobacco mosaic virus* (TMV)'ün hidroponik sistemde yetiştirilen domateslerde büyük ekonomik kayıplara neden olduğunu saptamışlardır. Başka bir çalışmada ise Park ve ark. (1999) TMV'nin hidroponik kültürde enfekteli bitkiden sağlıklı bitkiye kılcal kökler vasıtasıyla taşındığını saptamışlardır. Yapılan çalışmada TMV ile inokule edilen tütün bitkilerinin köklerinden besin solüsyonuna virüs bulaşmış ve daha sonra bu solüsyonda yetiştirilen sağlıklı tütün ve domates bitkilerinde TMV enfeksiyonu DAS-ELISA yöntemi ile tespit edilmiştir.

Brezilyanın Sao Paulo eyaletinde hidroponik kültürde yetiştirilen marul bitkilerinde virüs semptomları gözlenmiş, yapılan çalışmalarda DAS-ELISA ve Reverse transkriptaz- Polimeraz Zincir Reaksiyonu (RT-PCR) yöntemi ile hastalık etmeninin Tospovirüs grubunda yer alan *Tomato chlorotic spot virus* (TCSV) olduğu tespit edilmiştir. Bu hastalık bazı bölgelerde önemli verim kayıplarına yol açmıştır (Colariccio ve ark., 2001). Yine, hidroponik sistemde *Pepino mosaic virus* (PepMV) domates bitkileri için bir risk oluşturmaktadır. Besin solüsyonları ile virüsün taşınabildiği ve enfekteli domates bitkilerinde % 17 oranında ürün kaybına neden olduğu saptanmıştır (Fakhro ve ark., 2005).

Yapılan çalışmalarda, genel olarak su örneklerinde virüs konsantrasyonunun çok düşük seviyelerde olduğu gözlenmiştir (Koenig, 1986; Gosalves ve ark., 2003). Ancak arazide bitkiler, gelişme periyoduna bağlı olarak, virüsle bulaşık sularda yaklaşık birkaç ay kaldıkları için, virüsün enfeksiyon yapma olasılığı yükselmekte ve

enfeksiyon gerçekleşen bitkide ise virüs çoğalarak konsantrasyonu artmaktadır. Su örneklerinde virüs konsantrasyonunun düşük olması, teşhis metotları yönünden bazı sıkıntılar oluşturmaktadır. Bu örneklerde bitki patojeni virüslerin teşhisi için hassas, etkili ve hızlı metotların kullanılmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır (Gosalves ve ark., 2003; Boben ve ark., 2007).

Bitki virüslerinin teşhisi için daha önceki yıllarda yaygın olarak kullanılan yöntem DAS-ELISA (Kramberger ve ark., 2004) iken, son yıllarda daha hassas ve nicelik olarak virüs tespiti yapabilen moleküler metotlar geliştirilmiştir. Çevre sularında düşük konsantrasyon bulunan bazı bitki virüslerin tespiti amacıyla spesifik real-time PCR metodu kullanılabilir. RT real-time PCR birçok bitki virüsünün tespitinde kullanılmakla birlikte, sulama suyu ile taşınabilen ToMV'nin su örneklerinde tespitinde de başarılı bir şekilde kullanılabilir (Boben ve ark., 2007). ELISA testi ile kıyaslanınca Real-time PCR yönteminin virüs tespitinde daha hassas olduğu diğer araştırmacılar tarafından da belirlenmiştir (Olmos ve ark., 2005).

Virüslerin teşhisinde düşük konsantrasyon en önemli problemlerin başında gelmektedir (Gosalves ve ark., 2003). Ancak buna rağmen sulara çok düşük konsantrasyonlarda bulunan virüsler bitkiyi enfekte edebilmektedir (Koenig, 1986; Van Dorst, 1988; Horvath ve ark., 1999). Suda bulunan düşük konsantrasyonlu virüslerin belirlenmesi amacıyla, virüs konsantrasyonunu artırıcı bazı prosedürler geliştirilmiştir. Genellikle su örneklerinde oldukça yüksek oranda seyreltilmiş halde bulunan bitki virüslerin belirlenmesi için ultrasantrifüj (Rosner ve ark., 2006) veya polietilen glikol (PEG) ile çökeltme sağlanarak, uygun virüs konsantrasyonu sağlandıktan sonra teşhis yapılabilir (Le Cann ve ark., 2004).

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hidroponik olarak da isimlendirilen topraksız tarım, yetiştiricilikte birçok avantaj sağlamaktadır. Hidroponik sistemlerde özellikle sirküler olarak kullanılan besin solüsyonları ile bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm gelişme şartları optimum seviyede sağlanabilmektedir. Ayrıca, artık gübre ve pestisitlerin neden olduğu çevre kirliliğinden korunma sağlanmaktadır. Zira, bilindiği üzere gübre solüsyonları direkt olarak toprağa verilmekte ve bu solüsyonlar toprak ve yeraltı sularında kirliliğe yol açmaktadır. Ancak, tüm bu olumlu yanlarına rağmen bu sistemlerin bazı sakıncaları bulunmaktadır. Bu sakıncalarından birisini de suda taşınabilen bitki patojeni virüsler oluşturmaktadır. Bilindiği gibi birçok virüs etmeni çeşitli su kaynakları ve besin solüsyonları ile taşınabilmektedir.

Bitki virüs hastalıklarının mücadelesi oldukça zordur. Bu nedenle özellikle tarım alanlarında virüs hastalıklarının bulaşmasını engelleyici ön tedbirlerin

alınması gerekmektedir. Sağlıklı bitki yetiştirmek için, yetiştiricilikte kullanılan sulama suyunun ve kullanılan besin solüsyonlarının temiz olması gerekmektedir. Özellikle patojenle bulaşık su veya besin solüsyonu sirküler olarak kullanıldığı zaman büyük problem oluşturabilmektedir. Çok sayıda bitki patojeni virüs vektöre ihtiyaç duymadan sulama suyu ile taşınabilmekte ve kökleri enfekte edebilmektedir. Sayıları sınırlı da olsa bazı virüsler köklerden giriş yaparak salgına neden olabilmektedir. Bu yüzden özellikle seralarda sirküler olarak kullanılan sularda ve hidroponik sistemlerde kullanılan besin solüsyonlarında zararlı mikroorganizmaların varlığı konusunda laboratuvar analizleri yapılmalı ve bitki virüs hastalıkları ile ilgili olarak yapılan epidemiyolojik çalışmalarda sulama suyu ile taşınma gözardı edilmemelidir.

Alınabilecek bazı tedbirler arasında; yetiştiricilikte sağlıklı fide kullanılması, virüs konsantrasyonu enfeksiyon yapacak seviyeye ulaşmadan sirküler olarak kullanılan besin solüsyonlarının değiştirilmesi, ısı uygulaması, besin eriyiklerine UV-radyasyonu, yer altı sularında normal olarak bulunmayan organik madde ve patojenik organizmaların giderilmesinde de kullanılan, bu sistemde, çöktürme, süzme, organizmaların giderilmesi veya etkisizleştirilmesi, kimyasal değişme ve depolama gibi birçok arıtma işlevlerini içeren, doğada oluşan arıtma işlemlerine en yakın yaklaşımı simgeleyen bir su arıtma işlemi olan yavaş kum filtrasyonu uygulaması gibi dezenfeksiyon yöntemleri sayılabilmektedir (Runia, 1995).

4. KAYNAKLAR

- Bandte, M., Pestemer, W., Büttner, C., Ulrichs, C., 2009. Ecological aspects of plant viruses in tomato and pathogen risk assessment. *Acta Hort.* (ISHS) 821:161-168
- Boben, J., Kramberger, P., Petrovic, N., Cankar, K., Peterka, M., Trancar A.S., Ravnikar, M., 2007. Detection and quantification of Tomato mosaic virus in irrigation waters. *Eur. J. Plant Pathol.*, 118: 59-71.
- Büttner, C., Marquardt, K., Führling, M., 1995. studies on transmission of plant viruses by recirculating nutrient solution such as Ebb-Flow. *Acta Hort.* (ISHS) 396: 265-272.
- Colariccio A., Eiras M., Chaves A.L.R., Harakava R., Chagas C.M., 2001. Characterization of Tomato chlorotic spot virus from hydroponic grown lettuce in Brazil. *Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera.* Reggio Calabria, Italy, 99-104.
- Campbell R.N., 1996. Fungal transmission of plant viruses annu. *Rev. Phytopathol.* 34: 87-108.
- Campbell, R.N., Wipf-Scheibel, C., Lecoq, H., 1996. Vector-assisted seed transmission of Melon necrotic spot virus in melon. *Phytopath.*, 86: 1294-1298.

- Erdiller, G., Akbas, B., 1994. Plant viruses in Ankara rivers and lakes. *J. Turk. Phytopath.*, 23 (3): 119-126.
- Fakhro A., Paschek U, von Barga S, Büttner C., Schwarz D., 2005. Distribution and spread of Pepino mosaic virus (PepMV) in tomatoes cultivated in a recirculating hydroponic system. In: Alford DV, Backhaus GF, eds. *Introduction and Spread of Invasive Species. Symposium Proceedings No. 81.* Alton, UK: British Crop Production Council, 223–224.
- Fuchs E., Schlufte, C., Kegler, H., 1996. Occurrence of a plant virus in the northern sea. *Arch. Phytopath. and Plant Protect.*, 30 (4): 365-366.
- Gonzalez, G., Nieves, C., Rego, G., 1986. Incidence and economical losses caused by the Tobacco mosaic virus in the cultivation of tomato at the San Cristobal hydroponics in Pinar del Rio. *Proteccion de Plautas.* 9(3): 43–55.
- Gosalves, B., Navarro, J.A., Lorca, A., Botella, F., Sanchez-Pina, M. A., Pallas, V. 2003. Detection of Melon necrotic spot virus in water samples and melon plants by molecular methods. *J. Virol. Methods*, 113: 87–93.
- Horvath, J., Pocsai E., Kazinczi, G., 1999. Plant virus contamination of natural waters in Hungary. In J. Macek (ed.), *Lecture and papers presented at the fourth slovenian conference on plant protection in Portoroz, Ljubljana, 3–4 March*, pp. 353–356.
- Jenkins Jr., S.F., Averde, C.W., 1983. Root diseases of vegetables in hydroponic culture systems in North Carolain greenhouses. *Plant Dis.* 67(9): 968–970.
- Juretic, N., Mamula, D., Plese, N. 1996. Plant viruses in soil and water of some forest ecosystems in Croatia with a review of viruses found in forest and ornamental woody plants. *Sumarski list* 120 (11-12): 477-485
- Koenig, R., 1986. Plant viruses in rivers and lakes. *Adv. in Virus Research*, 31: 321–333.
- Koenig, R., Lesemann, D.E., 1985. Plant viruses in German rivers and lakes. *Phytopath. Z.* 112, 105–116.
- Koenig, R., An, D., Lesemann, D.E., Burgermeister, W., 1988. Isolation of Carnation ringspot virus from a canal near a sewage plant: cDNA Hybridization analysis, serology and cytopathology. *J. Phytopathology*, 121(4):346-356.
- Koenig, R., Rüdell, M., Lesemann, D.E., 1989. Detection of Petunia asteroid mosaic, Carnation ringspot and Tobacco necrosis viruses in ditches and drainage canals in a grapevine-growing area in West Germany. *J. Phytopathology*, 127 (2): 169-172.
- Koenig, R., Pfeilstetter E., Kegler, H. Lesemann, D.E., 2004. Isolation of two strains of a new Tombusvirus Havel river virus, HaRV) from surface waters in Germany. *European J. Plant Path.*, 110: 429–433.
- Kramberger P., Petrovi N., Strancar, A., Ravnkar M., 2004. Concentration of plant viruses using monolithic chromatographic supports. *J. Virol. Methods*, 120: 51–57
- Le Cann, P., Ranarijaona, S., Monpoeho, S., Le Guyader, F., Ferre, V., 2004. Quantification of human astroviruses in sewage using real-time RT-PCR. *Res. in Microbiology*, 155: 11–15.
- Olympios C.M., 1999. Overview of soilless culture: Advantages, constraints and perspectives for its use in Mediterranean countries. *Cahiers Options Mediter.*, 31: 307-324.
- Olmos, A., Bertolini, E., Gil, M., Cambra, M. 2005. Real-time assay for quantitative detection of nonpersistently transmitted Plum pox virus RNA targets in single aphids. *J. Virol. Methods* 128: 151-155.
- Özer, G., Ertunç, F., 2005. Amasya şeker fabrikası şekerpancarı ekim alanlarında Rhizomania hastalığının belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Derg.*, 11 (3): 339-343.
- Paludan, N., 1985. Spread of viruses by recirculated nutrient solutions in soilless cultures. *Tidsskr. Planteavl.* 89(5): 467-474.
- Panayotou, P.C. 1997. *Water-borne plant viruses: National Agricultural Research Foundation, Heraklion, Crete. Hellenic Virology*, 2 (1): 18-30.
- Pares R.D., Gunn L.V., Cresswell G.C., 1992. Tomato mosaic virus infection in a recirculating nutrient solution. *J. Phytopath.*, 135 (3): 192-198.
- Park W.M., Leeb G.P., Ryua K.H., Park K.W., 1999. Transmission of Tobacco mosaic virus in recirculating hydroponic system. *Scientia Hort.*, 79: 217-226.
- Piazzolla, P., Castellano M. A., De Stradis, A., 1986. Presence of plant viruses in some rivers of Southern Italy. *J. Phytopath.*, 116 (3): 244-246. Copyright 1986 Paul Parey Scientific Publishers, Berlin and Hamburg
- Plese N., Juretic N., Mamula D, 1996. Plant viruses in soil and water of forest ecosystems in Croatia. *Annales rei botanicae Austria* 36 (1): 135-143.
- Polak Z., 1994. Tobacco rattle virus is isolated from surface waters in the Czech Republic. *Ochrana Rostlin-UZPI (Czech Republic)* 30(2): 91-97
- Polischuk V., Budzanivska, I., Shevchenko, T., Oliynik, S., 2007. Evidence for plant viruses in the region of Argentina Islands, Antarctica, *FEMS Microbiol Ecol* 59: 409–417.
- Resh, H.M., 1981. *Hydroponic food production.* Woodbridge Press, California, pp. 23–32.
- Rosner, A., Lachman, O., Pearlsman, M., Feigelson, L., Malenin, L., Antignus, Y., 2006. Characterisation of Cucumber leaf spot virus isolated from recycled irrigation water of soil-less cucumber cultures. *Ann. App., Biol.*, 149: 313-316.

- Runia, W.Th., 1995. A review of possibilities for disinfection of recirculation water from soilless cultures. *Acta Hort.* 382: 221-229.
- Schnitzler W.H., 2004. Pest and disease management of soilless culture. South Pacific Soilless Culture Conference – SPSCC. *Acta Horticulturae (ISHS)* 648: 191-203.
- Tomlinson, J.A., Faithfull, E.M., Webb, M.J.W., Fraser, R.S.S., 1983. Chenopodium necrosis: a distinctive strain of Tobacco necrosis virus isolated from river water. *Ann. Appl. Biol.* 102: 135-147.
- Tomlinson J.A. Faithfull E.M., 1984. Studies on the occurrence of Tomato bushy stunt virus in English rivers. *Ann. Appl. Biol.*, 104: 485-495.
- Tosic, M., Tosic, D., 1984. Occurrence of Tobacco mosaic virus in water of the Danube and Sava Rivers. *J. Phytopath.*, 110 (3): 200-202.
- Van Dorst, H.J.M., 1988. Surface water as source in the spread of Cucumber green mottle mosaic virus. *Neth. J. Agric. Sci.* 36: 291-299.