

Topraksız Tarımda Çilek Yetiştiriciliği

Leyla DEMİRSOY¹ Derya MISIR¹ Nafiye ADAK^{2*}

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Samsun-TURKEY

²Akdeniz Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Antalya-TURKEY

Geliş tarihi (Received): 24.10.2016

Kabul tarihi (Accepted): 12.02.2017

ÖZ: Çilek dünyada, yetiştiriciliği çok geniş ekolojik şartlarda yapılan, üretimi her yıl artış gösteren meyve türlerinden biridir. Çilek yetiştiriciliği, esas olarak geleneksel yetiştiricilik metotlarıyla toprakta yapılmakta, bu da hastalık ve zararlılarla ilgili pek çok probleme yol açmaktadır. En önemli sorunlardan birisi toprak kökenli patojenlerin ve nematodların yol açtığı verim ve bitkisel kayıplardır. Bu kayıpların önüne geçebilmek için münavebe yapılması veya toprağın mutlaka solarizasyon veya kimyasallarla dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Bu çözüm yollarının masraflı olması, toprak ve çevrede zararlı etkiler yapması yanında problemin çözümünde tam olarak etkili olamaması çilek üreticilerinin alternatif üretim yöntemleri aramasına neden olmuştur. Bu nedenlerle topraksız tarım ortaya çıkan bu sorunların çözümünde önemli bir alternatif olabilmektedir. Sera topraklarında gözlemlenen sorunların çözümü yanında çilek yetiştiriciliğinde üretim sezonunu uzatma ve birim alandan alınan verimin artırılması gibi hedefler topraksız çilek yetiştiriciliğinin ticari sera üretiminde yaygınlaşmasını sağlamıştır. Bu makalede topraksız tarımda çilek yetiştiriciliğinde yetiştiricilik esasları ve Türkiye’de topraksız çilek yetiştiriciliğinin durumu değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Çilek, *Fragaria x ananassa*, topraksız tarım, Türkiye.

Strawberry Production in Soilless Culture

ABSTRACT: Strawberry, which is grown in wide ecological conditions in the world, is one of the species increasing its production every year. Strawberry culture has been generally conducted in soil by traditional methods. Thus, many pest and disease problems have arisen. One of the most important problems is yield and crop losses arising from soil-borne pathogens and nematodes in strawberry production. For this reason, crop rotation or soil disinfection by solarization and chemical treatments should be done. But these methods are expensive and unsafe for soil and environment and do not fully solve the problem. Thus, the only healthy solution seems soilless culture. In addition to the solution of the problems in greenhouse soils, need to extend the production season and increase yield led to spread of soilless strawberry cultivation in commercial greenhouse production. In this review, it was discussed principles of strawberry growing in soilless culture and also strawberry growing at soilless culture in Turkey was evaluated.

Keywords: Strawberry, *Fragaria x ananassa*, soilless culture, Turkey.

GİRİŞ

Bitki yaşamı için gerekli olan su ve besin elementlerinin gereken miktarlarda kök ortamına verilmesi esasına dayalı üretim şekline ‘topraksız

tarım’ denir (Gül, 2008). Topraksız kültür, toprak olmaksızın bitki üretimi olarak tanımlanmakla birlikte, bu ifade sıklıkla ‘hidroponik kültür’ olarak da isimlendirilmektedir (Olympios, 1993).

* Sorumlu Yazar (Corresponding Author): Nafiye ADAK E - mail: nafiye@akdeniz.edu.tr

Topraksız tarımın ticari sera üretiminde yaygınlaşması 1970'li yıllardan sonra gerçekleşmiştir. Bunun en önemli nedeni ise, ortaya çıkan enerji krizi sonunda buharla toprak dezenfeksiyonunun çok pahalı olması ile toprak dezenfektanlarının kullanımına sınırlama getirilmesidir. Toprak dezenfeksiyonuna alternatif arayışlar, topraksız tarımın ticari olarak sera üretiminde yaygınlaşmasını sağlamıştır (Gül, 2008). Topraksız tarım, günümüzde seracılığın geliştiği ülkelerde (Hollanda, Belçika ve Japonya) oldukça yaygın olmakla birlikte, son yıllarda sera alanlarının fazla olduğu Akdeniz ülkelerinde de (İspanya, İtalya) artmıştır. Türkiye'de topraksız tarım ise ilk olarak 1995 yılında Antalya'da domates yetiştiriciliği ile başlamıştır (Gül, 2008). Ülkemizde topraksız tarım yapılan sera alanı, 2000 yılında 20 hektar iken (Sevgican ve ark., 2000), 2015 yılı itibari ile 730 hektara ulaştığı tahmin edilmektedir (kişisel araştırmalar) ve bu alanlarda ağırlıklı olarak sebze (domates, biber, marul, vb.) ile kesme çiçek (gül, karanfil, orkide vb.) yetiştiriciliği yapılmaktadır. Çilek ise topraksız tarımla henüz yeni tanışan bir tür olmakla birlikte, yetiştiriciliği gün geçtikçe artma eğiliminde olan bir türdür. Nitekim Akdeniz Bölgesi örtü altı çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım alanları hızlı bir yayılış içerisinde.

Çilek çok geniş ekolojik şartlarda yetiştiriciliği yapılan ve üretimi her geçen gün artış gösteren ürünler arasındadır. 7 milyon tona ulaşan dünya çilek üretiminde Çin 2.997.504 ton ile ilk sırada yer almakta, bunu 1.360.869 ton ile ABD, 379.464 ton ile Meksika ve 372.498 ton ile Türkiye izlemektedir (Anonymous, 2013). Türkiye'nin 2015 yılı çilek üretimi ise 375.800 tona ulaşmıştır (Anonim, 2015). Üretim miktarı her geçen gün artan bir ürün olması yanında, ilk yıldan itibaren meyve vermeye başlaması, değişik yetiştirme teknikleri sayesinde yıl boyu üretiminin mümkün olması çilek yetiştiriciliğine sürekli bir ilginin olmasını sağlamaktadır. Çilekte topraksız yetiştirme tekniklerinin gelişimi ile dünyada ve ülkemizde örtü altında topraksız yetiştiriciliğe eğilim de giderek artmaktadır. Topraksız çilek yetiştiriciliği, 1980'lerin ortalarında özellikle Hollanda ve Belçika gibi Kuzey Avrupa ülkelerinde başlamış olup, daha sonra Fransa, İngiltere, İtalya ve

İspanya gibi ülkelerde artmıştır (Lieten ve ark., 2004). Bunun yanında Kore, Japonya ve Çin'in ılıman bölgelerinde de örtü altında topraksız çilek yetiştiriciliği yapılmaktadır. ABD'de de son yıllarda topraksız çilek yetiştirme konusunda çalışmalar yapılmakla birlikte, açıkta çilek üretimi ile kıyaslandığında ABD'nin topraksız çilek üretimi oldukça az miktardadır (Anonymous, 2016a). Ülkemizde ise topraksız çilek yetiştiriciliği henüz çok yeni olup, daha çok Akdeniz Bölgesi'nde örtü altı alanlarında yapılmaktadır.

Dünyanın pek çok ülkesinde çilek yetiştiriciliği açıkta konvansiyonel metotlarla yapılmakta olup bu durumda yetiştiricilik alanlarında çevre ve bitki sağlığı problemlerini artırmıştır. Günümüzde topraksız kültür, kimyasal pestisit kullanımını büyük ölçüde azalttığı için sürdürülebilir tarıma imkan vermekte ve çevresel sebeplerle savunulan bir üretim sistemi haline gelmektedir (Hernanz ve ark., 2007; Hernanz ve ark., 2008; Cecatto ve ark., 2013).

Bu çalışmada, çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarıma geçişin başlıca nedenleri, avantajları, topraksız kültür yöntemleri ve yetiştirme sistemleri, başarıyı etkileyen faktörler ve Türkiye'de topraksız çilek yetiştiriciliğinin durumu incelenmiştir.

TOPRAKSIZ TARIM

Çilek yetiştiriciliğinin en önemli sorunlarından biri toprak kökenli patojenlerin ve nematodların yol açtığı verim ve bitkisel kayıplardır (De Cal ve ark., 2005; Palencia ve ark., 2016; Martinez ve ark. 2017). Bunlarla mücadele için dikimden önce toprağın çeşitli yollarla dezenfekte edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla dünyada çilek yetiştiriciliği yapılan alanlarda toprak dezenfeksiyonu için metil bromid yaygın olarak kullanılmıştır. Ancak metil bromidin ozon tabakasına zarar vermesi, yeraltı sularında, toprakta ve yetiştirilen ürünlerde brom kalıntısına neden olması sebebiyle pek çok ülkede 2015 yılında, ülkemizde ise 2008 yılı itibariyle Montreal Protokolü gereğince kullanımı yasaklanmıştır (Gümrükçü, 2004; Medina ve ark., 2009). Bu nedenle toprak dezenfeksiyonunda etkin yöntemler aranmaya başlanmış olup, bu amaçla solarizasyon ve diğer

bazı kimyasallar kullanılsa da, bu yöntemlerin yeterince etkili olmaması ve kimyasal fumigantların verimi düşürmesi nedeniyle, çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım en etkili çözüm olarak görülmüştür (Parajpe ve ark., 2003; Medina-Minguez ve ark., 2012). Topraksız tarımın çevre dostu bir yöntem olması yanında, kontrollü yetiştiricilik imkanı sağlaması, meyve kalitesi ve verimi de artırması, su, gübre, pestisit kullanımını azaltması ile birlikte herbisit kullanımına gerek kalmaması, iklim koşullarının uygun, fakat toprak koşullarının uygun olmadığı alanlarda yetiştiriciliğe imkan sağlaması topraksız çilek yetiştiriciliğine ilginin giderek artmasını sağlamaktadır (Hernanz ve ark., 2007; Hernanz ve ark., 2008).

Çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarımın avantaj ve dezavantajları

Çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarım, birim alana dikilen bitki sayısını diğer türlere göre önemli derecede artırmakta ve buna bağlı olarak birim alan verimini artırmaktadır. Ayrıca bu yetiştiricilik sistemi ile çilekte, iyi bir üretim periyodunun planlanması, 8-10 ay boyunca devamlı ürün sağlanabilmesi nedeniyle geniş bir market talebi, bitkilerin kontrollü bir şekilde beslenmesi, çiçeklenmenin ve meyve kalitesinin kontrol edilebilmesi, su ve gübre sarfiyatında önemli tasarruf sağlaması, tarımsal ilaç kullanımını azaltması, yetiştiricilikte ısıtma giderlerinin az olması, her yıl toprak hazırlığına ihtiyaç olmaması, geleneksel yetiştiriciliğe göre kolay kültürel işlemler ile hasat, toprak yorgunluğu ve toprak hastalıklarının üstesinden gelme şansı, mantari hastalıkların da topraklı tarıma göre daha az olması gibi pek çok avantajlar sunmaktadır (Lopez-Aranda ve ark., 2009).

Tesisin ilk yatırım maliyetinin yüksek olması, yetiştiriciliğin özel bilgi ve deneyim gerektirmesi, bitki besleme uygulamalarının çevresel şartlara göre planlanması, çevresel faktörler gözetmeksizin yapılan fertigasyon uygulamaları sonucunda görülen fizyolojik bozukluklar (uç yanıklığı vb.), organik yetiştirme teminindeki zorluklar ile inorganik yetiştirme ortamlarının çevre kirliliği yapması gibi sorunların yanı sıra hastalık ve zararlı

yayılmının hızlı olması çilekte topraksız tarımın dezavantajları olarak görülmektedir.

Çilekte topraksız kültür yöntemleri

Topraksız kültürle çilek yetiştiriciliği başlıca örtüaltında gerçekleştirilirken, açıkta da yapılabilmektedir. Dünyada ve ülkemizde çilekte örtüaltı alanlarının artışına paralel olarak, yeni modern tekniklerle üretim yapılmakta, bu da topraksız yetiştirme sistemlerinin gelişmesini sağlamaktadır. Topraksız kültürde kullanılan sistemler bitki tür ve çeşidine göre farklılık göstermekte ve bu faktörlere bağlı olarak yetiştiricilik planlanmaktadır. Planlanan yetiştiricilik sistemleri ile de birim alana dikilen bitki sayısı, birim alandan alınan verim, hastalık ve zararlılarla mücadele ile kültürel işlemler büyük ölçüde etkilenmektedir (Adak, 2010a).

Çilekte polietilen torbalar, plastik saksılar, PVC oluklar, strafor (köpük) konteynırlar gibi değişik şekil ve boyutlardaki yetiştirme yerlerinde yatay ve dikey sistemde yetiştiricilik yapılmaktadır. Yetiştirme sistemleri, güneş ışığının homojen dağılımını sağlayarak, bitki kanopisi, bitki sıklığı ve verimini maksimize edecek şekilde düzenlenmektedir.

Dikey sistemler: Dikey (vertikal) olarak düzenlenmiş yetiştirme sistemleri, yatay (horizontal) sistemlere göre birim alana daha fazla bitki dikilmesini sağlamaktadır. Fakat bu sistem, alt bölgelerde ışık seviyesinin azalmasından dolayı verim ve bitki gelişiminin kısıtlanmasına yol açmaktadır (Takeda, 2000).

Yatay sistemler: Yatay sistemler, örtüaltı tipi ve çevre koşullarına göre değişmekle birlikte tek ve/veya çok katlı olarak yapılabilmektedir. Bu sistemlerde, dikim planlanmasına bağlı olarak 12-24 adet/m² dikim yoğunluğu gerçekleşirken, tüm bitkilerde uniform ışıklandırma sağlanabilmektedir. Uniform ışık dağılımına ilaveten bu sistem kültürel işlemleri de kolaylaştırmaktadır (Parajpe ve ark., 2003). Topraksız çilek yetiştiriciliğinde yatay sistemler, yatak kültürü, torba-paket kültürü, saksı kültürü, merdiven sistemi, oluklarda yetiştiricilik gibi isimler almaktadırlar.

Topraksız çilek yetiştiriciliğinde yetiştiricilik esasları

Topraksız çilek yetiştiriciliğinde iklim, substrat (yetiştirme ortamı), çeşit, fide tipi, dikim sıklığı, yetiştirme sistemi, fertigasyon, hastalık ve zararlılarla mücadele başarıyı etkileyen başlıca faktörlerdir.

İklim: Çilekler 15,5 °C - 26,5 °C sıcaklıklarda iyi gelişme sağlarken, bu gelişme 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda kabul edilebilir şekilde yavaşlamaktadır. 26,5 °C'nin üzerindeki yüksek sıcaklıklarda ise meyve sertliği, suda çözünür madde içeriği gibi kalite parametreleri olumsuz etkilenebilmektedir. Bu nedenle seralarda soğuk şartlarda havalandırmaları kapatmak, gece sıcaklıklarının 0 °C'nin altına düşmesi beklendiği durumlarda ısıtıcılar kullanmak, sıcak mevsimlerde ise havalandırmaları açmak suretiyle sıcaklık kontrolü yapılmalıdır (Paranjpe ve ark., 2003).

Yetiştirme ortamı: Topraksız çilek yetiştiriciliğinde, toprağa alternatif olarak torf, perlit, kum, kayayünü, vermikulit, kokopit, cibre, çeltik kavuzu, bir çok katı atık maddeler yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir (Recamales ve ark., 2007; Ghazvini ve ark., 2007). Özellikle Orta Avrupa'da çilekler torf, kokopit, perlit, kaya yünü ve çam talaşları gibi ortamlarda ticari olarak yetiştirilmektedir (Lieten, 2001). Dünyada ve Türkiye'de torf kaynaklarının tükenmesi, perlit rezervlerinin azalması, kaya yününün atık problemi oluşturması gibi nedenlerle topraksız tarımda yenilenebilir özellikte ve yerel kaynaklarca rahat ve ucuz bulunabilen materyaller önem kazanmıştır. Ülkemizde Nevşehir volkanik tüfü en önemli yerel kaynaklarımızdan olup, kolay temin edilmekte ve uygun maliyetli olması topraksız tarımda kullanılabilirliğini artırmaktadır (Adak ve Pekmezci, 2011). Son yıllarda kokopitin, yüksek havalanma ve su tutma kapasitesi avantajının yanı sıra, yeniden kullanımının mümkün olması bu substratın topraksız yetiştiricilikte kullanımını teşvik etmektedir (Fornes ve ark., 2003; Lopez-Medina ve ark., 2004; Fascella ve ark., 2010). Ayrıca yetiştirme ortamlarının karışım olarak kullanılması da çilek yetiştiriciliğinde başarıyı artırmaktadır (Ayesha ve ark., 2011; Kuisma ve ark., 2014). Nitekim yetiştirme ortamının porozitesi,

havalanma ve su tutma kapasitesini etkilerken, düşük hacim ağırlığı da kullanımını kolaylaştırmaktadır. Çilekte yapılan çalışmalarda, kokopit (%40) + perlit (%60) ortamının verim bakımından en iyi sonucu verdiği (Tehranifar ve ark., 2007), kullanılan yetiştirme ortamlara solucan kompostunun ilavesiyle incelenen bitki gelişiminin olumlu yönde etkilendiği (Ameri ve ark., 2011); palmye yaprağı (*Phoenix dactylifera*) atıklarının çilek yetiştiriciliğinde hindistan cevizi liflerine iyi bir alternatif olabileceği (Hesami ve ark., 2012); kaya yününün çileklerde vegetatif gelişmeyi ve kök gelişimini olumsuz etkilediği, kokopitin ise oldukça elverişli olduğu (Lieten, 2008), perlit, kokopit, kayayünü ve agro-textile ortamlarının kullanılabilirliği (Palencia ve ark., 2016) belirtilmiştir. Kullanılan ortamlar bitki fenolojisine de önemli etkiler yapmaktadır. Ülkemizde yapılan bir çalışmada en erken çiçeklenmenin kokopit ve kokopit+volkanik tüf; en geç çiçeklenmenin ise volkanik tüf ve perlit ortamlarında gerçekleştiği gözlemlenmiştir (Adak ve Pekmezci, 2011). Yine yapılan bir başka çalışmada 'Camarosa' çilek çeşidinde kokopit ve kokopit+volkanik tüf karışımının, torf, perlit, volkanik tüf ve karışımlarına göre verim, erkencilik ve meyve kalitesi bakımından en iyi sonucu verdiği bildirilmiştir (Adak ve Gübbük, 2015).

Çeşit: Topraksız çilek yetiştiriciliğinin başarısı, çilek üreticilerinin verim, meyve kalitesi, hasat periyodu ve ekonomik karlılığa ilişkin ihtiyaçlarını karşılayabilecek yeni çeşitleri belirlemeye bağlıdır. Esasen, topraksız yetiştiriciliğe kolay adapte olabilecek çeşidi bulmak çilekte özellikle önemlidir (D'Anna ve Prinvali, 2004; D'Anna ve ark., 2005; Faedi ve ark., 2005). Nitekim topraksız yetiştiricilik uygulamaları (fertigasyon miktarı, sıklığı, süresi, başlama ve bitiş zamanı) çevresel faktörlere göre dizayn edilmekte olup, bu çevresel şartlara tolerans ise çeşitlere göre değişiklik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda, 'Ventana', 'Camarosa', 'Florida Festival', 'Camino Real', 'San Andreas', 'Monterey' ve 'Portola' çeşitlerinin topraksız yetiştiricilikte üstün performans gösterdiği belirlenmiştir (Moncada ve ark., 2008; Cecatto ve ark., 2013).

Çilekte meyve kalitesini etkileyen en önemli faktörler çeşit ve yetiştirme şartlarıdır. Meyve kalitesi üzerine çeşit ve yetiştirme sisteminin etkilerinin incelendiği bir çalışmada, topraklı ve topraksız sistemde yetiştirilen çileklerin mineral kompozisyonu ve şeker içerikleri arasında önemli farklılıklar bulunmuş, ‘Tamar’ topraksız; ‘Camarosa’ ise topraklı sistemde suda çözünebilir kuru maddesi en yüksek çeşit olarak dikkat çekmiştir (Akhatou ve Recamales, 2014).

Fide tipi: Topraksız şartlarda kullanılan fide tipi verim ve erkenciliği önemli düzeyde etkilemekte olup, taze ve tüplü fideler yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmalarda frigo fidelerden elde edilen verimin, taze fidelerden daha yüksek, fakat daha geççi olduğu (Tropea, 1990; Pipattanawong ve ark., 1995), frigo fidelerle verimin çeşitlere göre değişmekle birlikte 600 g/bitki’den 1.000 kg/bitki’ye kadar değiştiği (Takeda ve Hokanson, 2003), tüplü fidelerle kokopit ve çam talaşı ortamlarında yaklaşık 250 g/bitki verim elde edildiği (Cantliffe ve ark., 2007), bir başka çalışmada torf+perlit ortamında tüplü fidelerle en yüksek verimin ‘Camarosa’ çeşidinde 725 g/bitki’ye ulaştığı, erkenci verimin ise 93-107 g/bitki arasında değiştiği belirlenmiştir (Hotchmuth ve ark., 2008). Ülkemizde yapılan çalışmalarda ilk çiçeklenme ve ilk hasadın tüplü fidede frigo fideden daha erken başladığı belirlenmiştir (Adak ve Pekmezci, 2011).

Dikim yoğunluğu: Topraksız yetiştiriciliğin toprağa göre en önemli avantajı, birim alana yüksek sayıda bitki dikilmesiyle, birim alan verim artışı sağlanmasıdır. Topraksız çilek yetiştiriciliğinde dekara 12.000-24.000 bitki dikilerek sera alanının en etkin kullanımı sağlanmaktadır. Bu miktar geleneksel yetiştiriciliktekinin yaklaşık 5 katna denk gelmektedir (Bentes ve ark., 1996). Yapılan bir araştırmada oluklarda yapılan topraksız yetiştiricilikte bitki başına verimin 40 cm’lik sıra arası mesafelerle zıt olarak etkilendiği; 45-55 cm sıra arası ve 18 cm sıra üzeri mesafelerde ise birim alanda maksimum verime ulaşıldığı belirlenmiştir (Paranjpe ve ark., 2003). Yatay torbalarla torf ortamında yapılan çilek yetiştiriciliğinde dikim sıklığının 4,3’ten 8,5 bitki/m²’ye çıkarılması ile

verimin 1,94’ten 2,51 kg/m²’ye artacağı bulunmuştur (Dijkstra ve ark., 1993).

Yetiştirme sistemi: Çilek bitkilerinin büyüme ve gelişimi kullanılan yetiştirme yerlerinin tipine ve bunların düzenlenmesine bağlı olarak değişmektedir. Yetiştirme yerlerinin (saksı, torba, vs.) hacmi, boyutu, şekli ve rengi, topraksız ortamın fiziksel karakteristiklerini (havalanma, su tutma kapasitesi) ve buna bağlı olarak bitki gelişimini, aynı zamanda topraksız ortamın maliyetini, dolayısıyla üretim maliyetlerini etkilemektedir.

Dikey olarak düzenlenmiş yetiştirme yerleri birim alana, yatay sistemlere göre daha yüksek bitki sıklığına izin vermektedir. Fakat bu sistemlerde ışık dağılımının optimum olmaması alt bölgelerde verim ve bitki gelişimi açısından olumsuz etki yapabilmektedir. Bu nedenlerle dikey ve çok katlı yatay sistemler hasat etkinliğini düşürmektedir. Tek katlı yatay yetiştirme yerleri daha uniform bir ışık dağılımı ve böylece daha yüksek verim ve kalite sağlamakta ve böylece hasat etkinliğini de arttırmaktadır (Paranjpe ve ark., 2003). Takeda (2000) yetiştirme yeri hacminin verimi etkilemediğini, Dijkstra ve ark. (1993) ise bitki başına 2,5-3 litre torf hacminin optimum verim elde etmek için uygun olduğunu belirtmektedirler. Dikey olarak düzenlenmiş PVC sütunlarda (32 bitki/m²) yapılan bir yetiştiricilikte sütun yüksekliğindeki her 30 cm’lik artma ile muhtemelen sütunun alt bölgelerindeki azalan ışık nedeniyle bitki başına verimin azaldığı belirlenmiştir (Durner, 1999). Bitki kanopisine ulaşan ışık şiddetinin, taban kısmında tepedeki ışığın yalnızca %10’u olduğu, orta ve taban kısmındaki azalan ışık seviyesinin büyüme ve verimi olumsuz etkilediği bildirilmektedir (Takeda, 2000).

Merdiven sistemiyle yapılan yetiştiricilikte alt kesimlerdeki bitkilerde küçük ve bozuk şekilli meyve sayısının yüksek olduğu, meyve çürüklüğünün arttığı, meyve renklenmesinde problem olduğu belirtilmektedir (Van ve Aerts, 1982).

Bitki besleme: Topraksız yetiştiricilikte verim ve kaliteyi belirleyen en önemli unsurlardan biri besin solüsyonudur. Topraksız sistemlerde besin eriyiğinin yönetimi açık ve kapalı sistemler olmak üzere iki

farklı şekilde yapılmaktadır. Açık sistemde, besin eriyiği bitki kök bölgesine uygulandıktan sonra drene olan eriyik sistemden uzaklaştırılarak dışarı atılmaktadır. Kapalı sistemde ise besin eriyiği kök bölgesine uygulandıktan sonra drene olan eriyik toplanıp kontrol edilerek bitki kök bölgesine tekrar uygulanmaktadır. Bir çok çalışmada, topraksız domates yetiştiriciliği için hazırlanan besin solüsyonu (Hochmuth ve Hochmuth, 2001) modifiye edilerek topraksız çilek yetiştiriciliği için de kullanılabilir düzeye getirilmiştir (Paranjpe ve ark., 2003). Bu besin solüsyonu N (65 ppm; NO₃-N: 55, NH₄-N: 10 ppm), P (50 ppm), K (84 ppm), Ca (95-100 ppm), Mg (40 ppm), S (56 ppm), Fe (2,8 ppm), B (0,6 ppm), Mn (0,4 ppm), Cu (0,1 ppm), Zn (0,2 ppm), Mo (0,03 ppm) gibi makro ve mikro elementleri içermektedir.

Topraksız tarımda tüm sulamalar fertigasyon halinde verilmekte olup, fertigasyonun miktarı, süresi, sıklığı ve başlangıç ile bitiş saatleri tamamen ışık miktarına göre değişiklik göstermektedir. Çileklerde çevresel şartlara, mevsime, bitki gelişim aşaması vb. bağlı olarak günde yaklaşık 150-300 ml/bitki besin solüsyonu verilebilmektedir. Bu besin solüsyonu damla sulama ile yine ışığa bağlı olarak günde 3-10 adet değişik sürelerde olmak üzere fertigasyon olarak bitkilere dağıtılır. Ayrıca günlük drenaj miktarının mevsime göre değişmekle birlikte %25-35 arasında olması fertigasyon miktarının yeterli olduğunu göstermektedir.

Çilekte besin solüsyonunun pH'sı ise 5,5, EC'si 1,5-1,8 mS/cm olarak düzenlenirken, günlük drenaj kontrolleri ile (pH, EC, ve drenaj oranı) iyi bir yetiştiricilik sağlanabilmektedir. Bu faktörler dışında, besin solüsyonunun hazırlanmasında EC düzeyi, N içeriği, K:Ca+Mg oranı, makro ve mikro elementlerin miktarları, pH ve çözelti sıcaklığı gibi faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Nitekim besin çözeltisinin EC'si bitki gelişimi, verim ve kaliteyi önemli ölçüde etkilemekte ve uygun EC düzeyleri generatif ve vejetatif dengeyi sağlamaktadır. Hatta çilek meyvelerindeki suda çözünebilir kuru madde düzeyi de, besin çözeltisi EC'sinden etkilenmektedir. Yapılan çalışmalarda, çileklerin topraksız kültürle yetiştiriciliğinde besin solüsyonundaki EC değerinin 1,2-2,2 mS/cm,

ayrıca substrat ve damlatıcıdaki EC farkının 0,2 ile 0,5 mS/cm arasında olması gerektiği bildirilmektedir (Battistel, 2005).

Ülkemizde Camarosa çilek çeşidinde farklı EC düzeylerinin verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışmada, bitki büyüme ve gelişmesi ile verim bakımından en iyi sonucun kokopit ortamında 1,8 mS/cm EC düzeyinde gerçekleştiği bildirilmiştir (Adak, 2010b).

Topraksız çilek yetiştiriciliğinde besin solüsyondaki azot konsantrasyonu da bitki büyümesi, verim ve meyve kalitesini etkilemektedir. Özellikle NH₄ konsantrasyonu çilek verimini etkilerken, fizyolojik bozuklukları da artırmaktadır. Yapılan denemelerde topraksız çilek yetiştiricilik sistemlerinde kullanılan azot konsantrasyonlarının verimde herhangi bir azalmaya yol açmadan 8,9 mmol/L'a düşürülebileceği belirlenmiştir (Andriolo ve ark., 2011). Yapılan bir başka çalışmada, besin solüsyonundaki artan azot seviyesinin kol sayısını artırdığı, erkenci ve toplam pazarlanabilir verimin azot seviyeleri ile önemli ölçüde etkilenmediği, artan azot seviyelerinin suda çözünebilir kuru maddeyi azalttığı ve fertigasyon sisteminde 40-80 mg/L kadar düşük azot seviyelerinin kokonat lifleri ve çam ibresi ortamında çilek yetiştiriciliği için kullanılabilirliği ileri sürülmüştür (Cantliffe ve ark., 2007). Yine çilekler için farklı çalışmalarda 4,7 mmol/L (Paranjpe ve ark., 2003), 14,3 mmol/L (Tabatabaei ve ark., 2008) gibi farklı azot konsantrasyonları da bildirilmektedir.

Sulama: Topraksız yetiştiricilikte besin solüsyonunun ayarlanması kadar suyun kalitesi ve kantitesi de önemli bir konudur. Çilek bitkisi, yüksek EC içerikli sulara karşı oldukça hassastır. Sulama suyunun yüksek kalitede olması (<0,2 mS/cm) yetiştiricilik için büyük avantaj sağlamaktadır (Anonymous, 2016b). Topraksız tarımda sulama, damla sulama sistemiyle yapılmakta ve klasik yetiştiriciliğe göre daha fazla ayrıntıya (damlatıcı tipi, sulama sıklığı, sulama miktarı vb.) dikkat edilmesini gerekmektedir. Yapılan bir yetiştiricilik sisteminde, sulama düzenlemesi olarak, damlatıcı aralığı 5 cm ve her bir başlıkta dakikada 9,45 ml su damlatan damla sulama sistemi ile günde bitki başına 140 ml besin solüsyonu sağlanmış ve bu

sulama miktarları saat 08:00'da başlama, saat 17:00'da ise sonlandırma olmak üzere ve iki sulama arası 90 dakika ve her sulama bir dakika sürecek şekilde ayarlama ile düzenlenmiştir (Anonymous, 2016c).

Hastalık ve zararlılarla mücadele: Topraksız tarımda toprak kaynaklı hastalıklar meydana gelmediği için zirai ilaç kullanımı konvansiyonel yetiştiriciliğe göre daha az olmakta ve çevrede ilaç kullanımından kaynaklanan atık problemi yaşanmamaktadır.

Herhangi bir topraksız yetiştirme sistemi açık ve kapalı sistemde sürekli su ve besin maddesi teminine ihtiyaç duymaktadır. Açık sistemlerde kök çevresini istila eden patojenlerin yayılması sınırlı olmakla birlikte, aşırı besin solüsyonu kullanımı çevresel olarak zarara yol açmaktadır. Kapalı sistemlerde ise besin solüsyonunun yeniden kullanımı sistemin sürdürülebilirliğini sağlamaktadır. Fakat bu kapalı sistemler aynı zamanda patojenlerin yayılımında hassas yapılardır. Değişik patojenler nedeni ile bitki kök sistemine daha fazla veya az zarar verme riski olan pek çok farklı teknoloji bulunmaktadır. Sistem haricinde kullanılan yetiştirme ortamlarının patojenlerle bulaşıklığı da hastalık ve zararlıların yayılım potansiyelini etkilemektedir. Yetiştirme ortamları ilk kullanımlarda patojenlerden arı olsalar da, yeniden kullanımlarında dezenfekte edilmeleri gerekmektedir. Çilek yetiştiriciliğinde en tahrip edici patojenler *Pythium*, *Phytophthora* cinsleri ile virüs, bakteri ve nematodlardır. Topraksız tarımda hastalık ve zararlı yayılımında alınması gereken en önemli kültürel tedbir, sağlıklı fide kullanımından başlamakta ve sera ile sistem yapılarının planlanması ile devam etmektedir. Nitekim drenaj kanallarının planlaması dahi hastalık ve zararlı kontrolünde dikkat edilmesi gereken konular arasındadır.

Yapılan çalışmalarda, kök bölgesinde bakterilerin kullanımı ile biyolojik kontrol de sağlanabilmektedir (Schnitzler, 2004). Günümüzde topraksız yetiştiricilik teknolojilerinin, sıcaklık, su, pH ve besin maddesi gibi büyüme faktörlerini optimize etmede avantaj sağlaması, hastalık ve zararlı mücadelesi açısından da önem taşımaktadır.

Türkiye'de topraksız çilek yetiştiriciliği

Türkiye, değişik iklim ve toprak karakterleri yönünden çilek yetiştiriciliğinde önemli bir potansiyele sahip olup, başta Akdeniz bölgesi (177.971 ton) olmak üzere, Ege (90.227 ton), Marmara (63.466 ton) bölgelerinde yoğun bir şekilde yetiştirilmektedir (Anonim, 2015). İller bazında ise en fazla çilek üretimi Mersin (Anamur, Silifke), Antalya (Gazipaşa, Serik) ve Aydın (Sultanhisar, Köşk) illerinde yapılmaktadır. Ülkemiz çilek yetiştiriciliğinde örtüaltı sistemi yaygın olarak kullanılırken, topraksız kültür teknikleri henüz istenilen seviyede yaygınlaşmamıştır.

Ülkemizde topraksız çilek yetiştiriciliği, ticari olarak 2007 yılında başlamış olup, bugün yaklaşık olarak 30 hektarlık örtüaltı alanında, daha çok Akdeniz bölgesinde yapılmaktadır. Dikimler taze ve/veya tüplü fide ile yapılırken, yetiştirme ortamı olarak yoğunlukla kokopit ve torf kullanılmaktadır. Yetiştirme sistemi olarak ise tek (% 70) veya iki katlı (% 30) yatay PVC oluklarda ve çoğunlukla torba kültüründe yetiştiricilik yapılmaktadır. Dikim yoğunlukları, dikim sistemlerine göre değişmekle birlikte 12-24 adet/m²; verim ise 10-13 ton/da arasında değişmektedir (Cahit Yeşiloğlu, sözlü görüşme).

Topraksız çilek yetiştiriciliğinin yoğun olduğu Akdeniz sahil bölgesinde, eylül-ekim ayları arasında dikilen fidelerde derim, kasım ayı sonuna kadar devam etmektedir. Ayrıca son yıllarda Manisa, Turgutlu, Denizli, Afyon gibi illerde jeotermal alanların topraksız sera üretiminde yoğunlaşması, bu alanlarda çilek üretimi girişini de sağlamıştır. Bununla birlikte, açık alanlarda da topraksız çilek yetiştirmek için yapılan bazı faaliyetler bulunmaktadır (Demirsoy ve Serçe, 2016). Değişik alanlarda, farklı sistem ve çeşitlerin topraksız yetiştiricilikte kullanımı ile uzun derim periyodunda yüksek verimli yetiştiriciliğin yapılması ülkemiz çilek üretimini artıracaktır.

SONUÇ

Topraksız tarım günümüzde önemli bir çevre dostu üretim tekniğidir. Bu yöntemin kontrollü

yetiştiricilik sağlaması, su, gübre, pestisit kullanımını azaltması ile birlikte herbisit kullanımına gerek kalmaması, iklim koşullarının uygun, fakat toprak koşullarının uygun olmadığı alanlarda yetiştiriciliğe imkan sağlaması, tüm türlerde yetiştiricilik imkanlarını artırmaktadır (Hernanz ve ark., 2007; Hernanz ve ark., 2008). Bu avantajlara ilaveten bu teknik, çilek yetiştiriciliğinde birim alana düşen verimi artırmakta ve birim alan kazancı sağlamaktadır. İlk yatırım masraflarının yüksek olduğu bu sistemlerde verim artışı kısa

sürede üretici masraflarını amorti ederek tarımın her alanda sürdürülebilirliğini artırmaktadır. Ayrıca, kontrollü yetiştiricilik ile ürünlerde kalıntı minimum olarak gerçekleşmekte, bu da topraksız çileklerin ihracat şansını artırmaktadır. Yüksek verim, hasat kolaylığı, uzun hasat periyodu, ilaç kalıntısız homojen ürün elde edilmesi gibi avantajları nedeni ile gelecekte çilek yetiştiriciliğinde topraksız tarımın geniş bir yer bulacağı düşünülmektedir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Adak, N. 2010a. Topraksız kültürde çilek yetiştirme olanakları. *Alatırım* 9 (2): 38-44.
- Adak, N. 2010b. Camarosa çilek çeşidinde değişik EC düzeylerinin verim ve kalite üzerine etkileri. *Derim Dergisi* 27 (2): 22-33.
- Adak, N. ve M. Pekmezci. 2011. Topraksız kültürde çilek yetiştiriciliğinde fide tipleri ile yetiştirme ortamlarının erkencilik ve verim üzerine etkileri. *Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Dergisi* 24 (2): 67-74.
- Adak, N., and H. Gübbük. 2015. Effect of planting systems and growing media on earliness, yield and quality of strawberry cultivation under soilless culture. *Not. Bot. Horti. Agrobiol.* 43 (1): 204-209.
- Akhatou, I., and A. Fernandez-Recamales. 2014. Influence of cultivar and culture system on nutritional and organoleptic quality of strawberry. *J. Sci. Food Agric.* 94 (5): 866-875.
- Ameri, A., A. Tehranifar, M. Shoor, and G. H. Davarynejad. 2011. Effect of substrate and cultivar on growth characteristic of strawberry in soilless culture system. *Afr. J. Biotechnol.* 11 (56): 11960-11966.
- Andriolo, J. L., L. Erpen, F. L., Cardoso, C., Cocco, G. S., Casagrande, and D. I. Janisch. 2011. Nitrogen levels in the cultivation of strawberries in soilless culture. *Horticultura Brasileira* 29: 516-519.
- Anonim. 2015. TÜİK. Türkiye İstatistik Kurumu. Bitkisel Üretim İstatistikleri http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Son Erişim Tarihi: 24 Mayıs 2016).
- Anonymous. 2013. Food and Agriculture Organization of United Nations. Production. <http://faostat3.fao.org/home/E>, (Son Erişim Tarihi: 24 Mayıs 2016).
- Anonymous. 2016a. 1. http://cals.arizona.edu/strawberry/Hydroponic_Strawberry_Information_Website/Status.html
- Anonymous. 2016b. 2. http://www.researchgate.net/publication/267266752_ilek_yetitiricili_ve_yeni_eilimler
- Anonymous. 2016c. <http://www.hos.ufl.edu/protectedag/Strawberry.htm>
- Ayesha, R., N. Fatima, K. M. Rueshi, I. Ahmad, K. S. K. Hafiz, and A. Kamal. 2011. Influence of different growth media on the fruit quality and reproductive growth parameters of strawberry. *J. Med. Plants Res.* 5: 6224-6232.
- Battistel, P. 2005. Örtüaltı Bitki Yetiştiriciliği ve Topraksız Kültür. 05-09 Aralık 2005. Örtüaltı Sebze ve Kesme Çiçek Yetiştiriciliğinde Metil Bromür Kullanımının Sonlandırılması. Proje No: MP/TUR/03/108, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Antalya.
- Bentes, M., K. Mattas, and G. Paroussi. 1996. Employing soilless culture systems in strawberry production. *Medit.* 2: 4-8.
- Cantliffe, D. J., J. Z. Castellanos, and A. V. Paranjpe. 2007. Yield and quality of greenhouse grown strawberries as affected by nitrogen level in coco coir and pine bark media. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 120: 157-161.
- Cecatto, A. P., E. O. Calvete, A. A. Nienow, R. C. Costa, H. F. C. Mendonça, and A. C. Pazzinato. 2013. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. *Acta Scientiarum Agronomy Maringa* 35 (4): 471-478.
- D'Anna, F., and C. Prinivalli. 2004. Valutazione di cultivar di fragola in ambiente protetto in Sicilia. *L'Informatore Agrario* n. 27.
- D'Anna, F., C. Prinivalli, G. Pappalardo, G. Camerata Scorzato, A. Moncada, and A. Iovino. 2005. Cultivar e selezioni di fragola per le aree meridionali. *L'Informatore Agrario* n. 25.
- De Cal, A., A. Martinez-Treceno, T. Salto, J. M. Lopez-Aranda and P. Melgarejo. 2005. Effect of chemical fumigation on soil fungal communities in Spanish strawberry nurseries. *Appl. Soil Ecol.* 28: 47-56.
- Demirsoy, L., and S. Serçe. 2016. Strawberry culture in Turkey. *Acta Hort.* 1139: 479-486.
- Dijkstra, J., J. Bruijn, A. De Scholtens, and J. M. Wijsmuller. 1993. Effects of planting distance and peat volume on strawberry production in bag and bucket culture. *Acta Horticulturae* 348: 180-184.

- Durner, E. F. 1999. Winter greenhouse strawberry production using conditioned plug plants. *Horticultural Science* 34: 615-616.
- Faedi, W., G. Baruzzi, G. Capriolo, F. D'Anna, B. Di Chio, M. Funaro, P. Lucchi, S. Magnani, M. L. Maltoni, A., Marano, G. Martelli, M. Muntoni, I. Nardiello, R. Parrillo, C. Prinzivalli, G. Quinto, G. Rondinelli and G. Spagnolo. 2005. Novità varietali per la fragolicoltura meridionale. *Frutticoltura* 4: 14-21.
- Fascella, G., S. Agnello, P. Maggiore, G. Zizzo and L. Guarino. 2010. Effect of controlled irrigation methods using climatic parameters on yield and quality of hydroponic cut roses. *Acta Horticulturae* 870: 65-72.
- Fornes, F., R.M. Belda, M. Abad, P. Noguera, R. Puchades, A. Maquieira, and V. Noguera. 2003. The microstructure of coconut coir dusts for use as alternatives to peat in soilless growing media. *Austral. J. Expt. Agr.* 43: 1171-1179.
- Ghazvini, R. F., G. Payvast, and H. Azarian. 2007. Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on yield and quality of strawberry in soil-less culture. *Int. J. Agric. Biol.* 9: 885-888.
- Gül, A. 2008. *Topraksız Tarım, Hasad Yayıncılık, İstanbul.*
- Gümrükçü, E. 2004. Toprak dezenfeksiyonunda metil bromid alternatiflerinin önemi. *Derim* 21 (1): 10-20.
- Hernanz, D., A.F. Recamales, M.L. Gonzalez-Miret, J. Gomez-Miguez, I. M. Vicario and F. J. Heredia. 2007. Phenolic composition of white wines with a prefermentative maceration at experimental and industrial scale. *J. Food Eng.* 80: 327-335.
- Hernanz, D., A. F. Recamales, A. J. Melendez-Martinez, M. L. Gonzalez-Miret, and F. J. Heredia. 2008. Multivariate statistical analysis of the color-anthocyanin relationships in different soilless-grown strawberry genotypes. *J. Agric. Food. Chem.* 56: 2735-2741.
- Hesami, A., S. S. Khorami, F. Amini, and A.B. Kashkooli. 2012. Date-peat as an alternative in hydroponic strawberry production. *Afr. J. Agric. Res.* 7(23): 3453-3458.
- Hochmuth, G. J., and R. C. Hochmuth. 2001. Nutrient solution formulation for hydroponic (Perlite, Rockwool, NFT) tomatoes in Florida. HS796. Univ. Fla. Coop. Ext. Serv., Gainesville.
- Hochmuth, R., L. Lei Lani, T. Crocker, D. Dinkins, and M. Sweat. 2008. The development and demonstration of an outdoor hydroponic specialty crop production system for North Florida 99-12. Univ. Florida Institute of Food and Agricultural Sciences, North Florida Research and Education Center-Suwannee, 1-6.
- Kuisma, E., P. Palonen, and M. Yli-Halla. 2014. Reed canary grass straw as a substrate in soilless cultivation of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 178: 217-223.
- Lieten, P. 2001. Protected cultivation of strawberries in Central Europe, p.102-107. In S. C. Hokanson and Rjamieson (eds.). *Strawberry Research to 2001*. Proc. 5th North Amer. Strawberry Conf. ASHS Press, Alexandria, VA
- Lieten, P. 2008. Substrates as an alternative to MEBR for strawberry fruit production in Northern Europa. <http://www.europa.eu.int/comm/environment/ozone/conference/lisboa/strawberry/9.pdf>
- Lieten, P., J. Longuesserre, G. Baruzzi, J. Lopez-Medina, J. C. Navatel, E. Krueger, V. Matala, and G. Paroussi. 2004. Recent situation of strawberry substrate Culture in Europe. *Acta Horticulturae* 649: 193-196.
- Lopez-Medina, J., A. Perablo, and F. Flores. 2004. Closed soilless system: a sustainable solution to strawberry crop in Huelva Spain. *Acta Horticulturae* 649: 213-215.
- Lopez-Aranda, J. M., L. Miranda, J. J. Medina, C. Soria, B. Santos, F. Romero, R. M. Perez-Jimenez, M. Talavera, S. A. Fennimore, and B. M. Santos. 2009. Methyl bromide alternatives for high tunnel strawberry production in southern Spain. *Hort. Technology* 19: 187-192.
- Martinez, F., J. A. Oliveira, E. O. Calvete, and P. Palencia. 2017. Influence of growth medium on yield, quality indexes and SPAD values in strawberry plants. *Scientia Horticulturae* 217: 17-27.
- Medina, J. J., L. Miranda, C. Soria, P. Palencia and J. M. Lopez-Aranda. 2009. Non-chemical alternatives to methyl bromide for strawberry: biosolarizations case-study in Huelva (Spain). *Acta Horticulturae* 842: 961-964.
- Medina-Minguez, J. J., L. Miranda, P. Dominguez, C. Soria, R. M. Perez-Jimenez, and T. Zea. 2012. Comparison of different chemical and non-chemical alternatives to methyl bromide for strawberry in Huelva (Spain). *J. Berry Res* 2: 113-121.
- Moncada, A., A. Miceli, and F. D'Anna. 2008. Evaluation of strawberry cultivars in soilless cultivation in Sicily. *Acta Horticulturae* 801:1121-1128.
- Olympios, C. M. 1993. Soilless media under protected cultivation rockwool, peat, perlite and other substrates. *Acta Horticulturae* 323: 215-234.
- Palencia, P., J. Gine Bordonaba, F. Martinez, and L. A. Terry. 2016. Investigating the effect of different soilless substrates on strawberry productivity and fruit composition. *Scientia Horticulturae* 203: 12-19.
- Paranjpe, A. V., D. J. Cantliffe, E. M. Lamb, P. J. Stroffella, and C. Powell. 2003. Winter strawberry production in greenhouses using soilless substrates: an alternative to methyl bromide soil fumigation. *Proc. Ra. State Hort. Soc.* 116: 98-10.
- Pipattanawong, N., N. Fujishige, K. Yamane, and R. Ogata. 1995. Growth and development of four day-neutral strawberries under hydroponic system with or without chilling. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64 (1): 95-102.
- Recamales, A. F., J. L. Medina, and D. Hernanz. 2007. Physicochemical characteristics and mineral content of strawberries grown in soil and soilless system. *J. Food Qual.* 30: 837-853.

- Schnitzler, W. H. 2004. Pest and disease management of soilless culture. *Acta Horticulturae* 648: 191-203.
- Sevgican, A., Y. Tüzel, A. Gül, ve R. Z. Eltez. 2000. Türkiye’de örtüaltı yetiştiriciliği. Türkiye Ziraat Müh. V. Teknik Kongresi, Ankara, Cilt II: 679-707.
- Tabatabaei, S. J., M. Yusefi, and J. Hajiloo. 2008. Effects of shading and $\text{NO}_3:\text{NH}_4$ ratio on the yield, quality and N metabolism in strawberry. *Scientia Horticulturae* 116: 264-272.
- Takeda, F. 2000. Out-of-season greenhouse strawberry production in soilless substrate. *Adv. Strawberry Res.* 18: 4-15.
- Takeda, F., and S. C. Hokanson. 2003. Strawberry fruit and plug plant production in the greenhouse. *Acta Horticulturae* 626: 283-285.
- Tehraniyar, A., M. Poostchi, H. Arooei, and H. Nemati. 2007. Effects of seven substrates on qualitative and quantitative characteristics of three strawberry cultivars under soilless culture. *Acta Horticulturae* 761: 485-488.
- Tropea, M. 1990. The control of strawberry plants nutrition in the sack culture. *ISOSC Proceeding*, 22: 477-484.
- Van, L. J., and J. Aerts. 1982. Annual report on strawberries. Proefbedrijf der Noorderkempen, Meerle, Belgium. p. 146.