



Aeroponik Sistem Aracılığıyla Patateste Mini Yumru Üretimi

Hussein Abdullah Ahmed AHMED^{1*}, Serkan URANBEY², Nilüfer KOÇAK²

¹Uşak Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Uşak, TÜRKİYE

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 16.03.2017

Kabul Tarihi/Accepted: 21.11.2017

ORCID ID (Yazar sırasına göre / by author order)

orcid.org/0000-0003-2634-6854 orcid.org/0000-0002-0312-8099 orcid.org/0000-0001-6474-1527

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: huseyin.ahmed@usak.edu.tr

Özet: Topraksız tarımda uygulanmaya başlanan en yeni tekniklerden birisi aeroponik üretim sistemidir. Bu sistem, optimum gelişme şartlarının sağlanabilmesi, ekonomik patates üretimini engelleyen toprak kökenli patojenler başta olmak üzere hastalık ve zararlılarla mücadele, uzun bir periyotta üretim yapılabilmesi ve tarımsal girdinin ekonomik kullanılabilmesi bakımından alternatif bir tohumluk mini yumru üretim sistemidir. İklim koşullarından bağımsız olan bu sistem, köklerin daha iyi havalanması bakımından hidroponik sisteme göre daha avantajlı olup, patateste vejetatif gelişimi artırdığı, yumru oluşumunu geciktirdiği, vejetatif dönemi uzattığı, bitki başına yumru verimi ve toplam yumru verimini artırdığı, buna karşılık yumru ağırlığının azaldığı bir üretim sistemidir. Son yıllarda patates tohumluğu üretiminde yaşanan sorunlar nedeniyle ülkemiz için alternatif bir üretim sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Solanum tuberosum* L., topraksız tarım, mini yumru üretimi

Mini Tuber Production in Potato Via Aeroponic System

Abstract: The aeroponic production system is one of the new applications in soilless agriculture. This system is also an alternative seed production system for mini-tuber production of potato in terms of providing optimum growth conditions, enabling potato production to be free from diseases and pests and to make economic use of agricultural inputs. This system, which is independent of climatic conditions, has the advantage of improving the vegetative growth, delaying tuber formation, prolonging the vegetative period, increasing the tuber yield per plant and total tuber yield while decreasing the tuber weight. Due to the problems experienced in potato seedling tuber production in recent years, it emerged as an alternative production system for our country.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., soilless agriculture, mini-tuber production

1. Giriş

Patates (*Solanum tuberosum* L.) zengin besin kompozisyonu ile dünyada giderek büyüyen açlık sorunu ve dengeli beslenme ihtiyacına cevap verebilecek en önemli bitkilerin başında yer almakta olup; dünyada, yaklaşık 381 milyon ton üretim miktarı ile şeker kamışı, mısır, çeltik ve buğdayın ardından en çok üretimi yapılan bitkidir (Anonymous, 2014). Dünyada ve Türkiye’de başta tohumluk olmak üzere patates üretim alanlarının

programlı bir şekilde belirlenerek, özellikle hastalık ve zararlıların kontrol altına alınması büyük önem arz etmektedir. Dünyada patateste viral, fungal ve bakteriyel hastalık etmenleri, ortalama % 30-100 oranında ürün kaybına neden olmaktadır (Anonymous, 1992). Topraksız tarım; özellikle toprak kökenli patojenler gibi bazı toprak kaynaklı problemlerin yaşandığı alanlarda, patates gibi toprak altı organları kullanılan ürünler için karşımıza alternatif bir üretim şekli olarak çıkmaktadır (Resh, 1981; Pares ve ark., 1992).

Topraksız tarım sistemleri, hidrofonik, agregat kültürü ve aeroponik gibi farklı metotlar şeklinde uygulanmakta olup; bu üretim sistemlerinde su, pH, bitki besin elementleri ve sıcaklık başta olmak üzere bitkinin ihtiyaç duyduğu tüm gelişme şartları optimum seviyede fizyolojik stres meydana getirmeden sağlanabilmektedir (Schnitzler, 2004; Şevik, 2011). Özellikle sera topraklarında bitkilerin bitki besin elementleri ve su ihtiyaçlarının fizyolojik bir stres meydana getirmeden maksimum verim ve ürün kalitesinin artırılması, bu tarım sistemlerinin ana hedefidir. Ayrıca toprak yapısı, toprak fiziki ve kimyasına bağlı olmadan üretim risklerinin aza indirilmesi patates gibi toprak altı organları üretilen ürünler için son derece önemlidir. Topraksız tarım sistemlerinde bitkilerin kök bölgesinde katyon değişim kapasitesi, su tamponlama kapasitesi, elektriksel iletkenlik vb. konularda optimum fiziksel koşullar sağlanmakta; besin çözeltisiyle, bitkinin farklı gelişme dönemlerinde ve değişen sıcaklık, ışık, nem, CO₂/O₂ gaz oranı koşullarında da beslenme optimum düzeyde karşılanabilmektedir (Bozköylü, 2008). Diğer yandan topraksız tarım; mevsimlere bağlı kalınmaksızın sürekli üretim yapılabilmesine imkân tanınması gibi avantajıyla da, üreticilerin ilgisini çekmeye başlamıştır. Bununla birlikte, dünyada 10 milyar doları geçen topraksız tarım ticareti yapılmakta ancak, Türkiye’de ise henüz istenilen düzeyde ilgi görmemektedir.

Topraksız tarımda uygulanmaya başlanan en yeni uygulamalardan birisi aeroponik üretim sistemidir. Başta toprak kökenli patojenler olmak üzere pek çok viral, bakteriyel ya da fungal hastalıklardan bu üretim modeli ile kaçınılabildiği gibi, verimde önemli düşümlere neden olan yabancı ot ve diğer zararlılar da kolaylıkla ve/veya tamamen elemine edilebilmektedir. Bu sistem dünyada patates mini yumru üretim alanlarında, optimum gelişme şartlarının sağlanması yanında; toprak yapısının olumsuzluklarından etkilenmemesi, suyun ekonomik kullanılması, yılın her mevsimi mini yumru üretim imkanı sunması ile popüler hale gelmeye başlamıştır. Son yıllarda uygun teknolojik ve otomasyon sistemlerinin kullanılması ile patates gibi iş gücü ve girdi kullanımı yüksek ürünlerde el emeği ve enerji kullanımında büyük ölçüde tasarruf edilebilmesi, diğer üretim sistemlerine göre ürünün veriminde ve kalitesinde artış görülebilmesi nedeniyle (Rykcaczevska, 2016a), bu üretim sisteminin Türkiye’de yatırımcılar için ilgi odağı haline gelebilecek alternatif bir tohumluk üretim sistemi olarak karşımıza çıkabileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda dünyada aeroponik patates üretime yönelik uygulamalar Çin, Kore,

Güney Amerika ve bazı Afrika ülkeleri başta olmak üzere giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle Çin’de son yıllarda kamu ve özel firmaların bu konuya ilgisi oldukça artmıştır (Wang ve ark., 2017). Bu derleme de dünyada yaygınlaşmaya başlayan ve özellikle patojen kaynaklı patates tohumluk üretim alanlarında görülen sorunlara alternatif olabilecek aeroponik üretim sistemi ve ülkemiz için gerekliliği konusunda bilgiler sunulmuştur.

2. Aeroponik Patates Üretim Teknolojisi ve Teknik Özellikleri

Aeroponik patates üretimi; ışıksız bir ortamda, kök ya da stolonlara optimize edilmiş, pH’sı ayarlanmış besin eriyikleri sürekli veya aralıklı olarak genellikle sisleme şeklinde uygulanan bir sistemdir. Besin çözeltisi, özel püskürtme başlıkları ile doğrudan bitkinin köküne sis veya buhar halinde püskürtülmekte, her bitkicik eş zamanlı ve birbiri ile rekabete girmeden eşit miktarda su, makro ve mikro elementlerden yararlanabilmekte, ayrıca uygun bir şekilde bitki kökleri havalanmaktadır. Bu sayede bitki kökleri su ve besin maddelerini optimum şekilde ve kolaylıkla almaktadır. Aeroponik üretimin başlangıç materyali doku kültürüne dayalı olup, *in vitro* şartlarda meristem kültürü aracılığıyla elde edilen patates bitkicikleri, ışık geçirmeyen ve hastalık yayılımını azaltan özel maddelerden üretilmiş olan panellere yerleştirilmekte, bitki kökleri panel altındaki boşlukta (70-130 cm) asılı kalmaktadır. Kullanılan paneller kök oluşumunu uyarmak, mikroorganizma gelişimi sınırlandırmak ve patojenlerin gelişimini önlemek için özel malzemelerden üretilmektedir. Genel olarak sisleme, patates bitkisinde her 4-5 dakikada bir birkaç saniye yapılmaktadır. Bitki türüne göre daha önceden optimize edilmiş, su ve mineral madde ve pH aralığı gibi değerlerin elektronik olarak karşılanmasına yönelik modüler üniteler sistemin önemli parçalarıdır. Aeroponik sistemle patatesteki tohumluk üretimine yönelik mini yumru üretimi yapılırken, bazı teknik detaylara dikkat edilmesi gerekmektedir. Patatesteki genel olarak çeşit ve sistemin çalışma şekline göre m²’de 25-50 adet patates fidesi olacak şekilde bitki sıklığı kullanılabilir (Abdullateef ve ark., 2010). Patates, bilindiği gibi yumru bağlama yönünden kısa gün, çiçeklenme yönünden ise uzun gün bitkisidir. En küçük ışık sızıntısı stolonların gövde yapısına dönüşmesine neden olacaktır. Bu yüzden mini yumrular mutlak surette ışıksız ortamda kalmalıdır. Aeroponik yumru üretim platformlarında gündüz sıcaklığı 18-20 °C, gece sıcaklığı ise 14-15 °C gelişme için optimumdur (Otazu, 2010). Makro ve mikro elementlerin tipi

ve hangi konsantrasyon aralığında verilmesi gerektiği optimize edilmelidir. Örneğin kalsiyum (Ca), stolon ucu gelişimi için mutlak gerekli olup (Balamani ve ark., 1986), aşırı azot (N) vejetatif büyümeyi teşvik etmekte ve yumru oluşumunu geciktirmektedir (Kang ve ark., 1996; Mbiyu ve ark., 2013). Büyük ve dormant görünümlü ana yumruların geciktirilmeden hasat edilmesi, yeni yavru yumruların oluşumu için önemli olup; sık hasat yapılması, genel anlamda yumru verimini artırmaktadır. Ayrıca, yeni stolon oluşumunu artırmak için bitkiciklerin her hasat sonrası platformdan yerçekimine uygun bir şekilde aşağıya doğru çekilmesi (Lommen, 1995; Mbiyu ve ark., 2013), kök hastalıklarından dolayı yukarı doğru bitkiciklerin çekilmesi gerebilir (Scheid, 2006).

3. Aeroponik Patates Üretim Sisteminin Avantajları

Bu sistemin teknik özelliklerine ve buna bağlı olarak bitkilerde ve özellikle patates tohumluğu üretiminde sayısız avantajları vardır. Aeroponik patates üretiminin geleneksel yöntemlere göre bazı yönlerden çok daha etkili olup, bu sistem bitkisel üretimde birim alan optimum şekilde kullanılmakta olup, birim alanda yetiştirilen bitki sayısı daha fazladır (Muthoni ve ark., 2010; Anonymous, 2010). Patatesin pek çok hastalık ve zararlısı mevcuttur ve generatif olarak tohumla üretilen diğer kültür bitkilerine göre, başta toprak kökenli olmak üzere pek patojene maruz kalmaktadır. Patatesin, 25 virüs, 1 viroid tarafından enfekte edildiği (Salazar, 1996), 1 virüs ırkı tarafından % 40'a kadar, virus ırklarının kombinasyonu ile % 90'lara varan yumru verimi kaybına uğradığı bilinmektedir (Siddiqui ve ark., 1996). Patateste özellikle hastalık etmenlerinin yavru klonlara taşınması ile patates tohumluğu kısa sürede dejenere olmakta, buna bağlı olarak aynı klonun 3 yıldan fazla kullanılması durumunda yumru veriminde önemli düşümlere neden olduğu bilinmektedir (Kaur ve Mukerji, 2004). Özellikle virüslerin bu bitkide yaptığı tahribat başka hiç bir bitki ile kıyaslanamayacak kadar büyüktür. Bu bakımdan patates tarımının en önemli konusu, öncelikle virüsten arı tohumluk; sonra da, virüssüz ürün elde etmektir. Virüs zararı, vejetatif üreme veya toprak etkisiyle canlılığını devam ettirmektedir. Bugün dünyada virüsten arı tohumluk patates üretiminde, yaygın olarak meristem kültürü kullanılmakta olup, doku kültürü teknikleriyle virüsten arındırılan başlangıç stok bitkilere ihtiyaç vardır. Meristem kültüründe hızlı hücre büyümesinin olduğu sürgün uçlarındaki meristematik dokular kullanılmaktadır. Meristematik hücreler çok hızlı olarak bölünmekte ve sürgün ucunda yüksek endojen oksin düzeyi

virüs çoğalmasını engellemekte; bu nedenle, bu dokularda virüs kontaminasyonu en düşük düzeyde kalmaktadır. Bilindiği gibi, bitki doku kültürleri için istenen alt yapı, kullanılan kimyasal ve teçhizatlar oldukça pahalı olmakla birlikte, böyle bir üretim tekniği kısa da olsa teknik bir eğitimi gerektirmektedir. Ayrıca, kontaminasyon riski, hayatta kalan canlı ve sağlıklı bitki oranının yüksek olmaması sistemi daha da maliyetli bir hale getirmektedir. Bitki doku kültürleri sonucu elde edilen bitkicikler, nem oranı yüksek ortamda yetiştiğinden; taşıma şokuna, solmaya, zararlı ve hastalıklara karşı çok hassastırlar (Hamilton, 2004; Chiipanthenga ve ark., 2012). Patates tohumluk üretiminde bitki doku kültürlerinin kullanımı, oldukça pahalı olmasına rağmen, patojenlerin eliminasyonu bakımından güvenlidir. Bitki doku kültürü tekniklerinden yararlanarak başlangıç materyali üretilmesi, daha sonra diğer üretim tekniklerinin devreye sokulması ile yüksek kalitede ve hızlı ticari patates tohumluğu elde etmek daha etkili ve ucuz olmaktadır (Chiipanthenga ve ark., 2012). Aeroponik üretimde kontrollü koşullarda hastalık ve zararlılarla mücadelenin kolaylığı, biyolojik kontrol imkânı bu sistemin diğer avantajlarıdır. Aeroponik sistemle mini yumru üretimi ve yumruların teknik özellikleri klasik ve hidrofonic yöntemle ile karşılaştırıldığında, bu üretim sisteminde bitki köklerinin havalanması daha iyi optimize edilebildiğinden, patateste daha fazla mini yumru elde edilebilmektedir (Soffer ve Burger, 1988; Mobini ve ark., 2015). Bu bağlamda mini yumru üretimi bakımından hidrofonic üretim sistemine göre daha üstün olduğu söylenebilir (Roosta ve ark., 2013). Yapılan bir çalışmada farklı patates genotiplerinde hasat sayısının 14-15'e kadar çıkabildiği, bitki başına 32.5-36.0 adet mini yumru elde edilebildiği, klasik üretime göre yumru sayısının 2-3 katı daha fazla olduğu bildirilmiştir (Rykcaczevska, 2016b). Aeroponik sistemde yetiştirilen patates bitkilerinin vejetatif üretim döngüsü ve bitki büyümesinin, serada yetiştirilen bitkilere göre % 12-36 fazla olduğu saptanmış; bir başka deyişle bitki boyu, çiçeklenme gün sayısı ve yumru oluşturma periyodunun uzadığı görülmüştür (Tierno ve ark., 2014). Aeroponik sistem ve hidrofonic sistem karşılaştırıldığında; aeroponik üretimin vejetatif gelişimi artırdığı, yumru oluşumunu geciktirdiği, vejetasyon dönemini dikimden itibaren 7 ay daha fazla uzattığı görülmüştür. Yapılan bir çalışmada hidrofonic üretimde bir yılda 2 üretim döngüsü elde edilirken, aeroponik sistemde sadece 1 üretim döngüsü elde edilmiş; buna karşılık bitki başına yumru verimi, aeroponik sistemde % 70'den daha fazla iken, toplam yumru veriminin ise 2.5 katından daha fazla olduğu; aeroponik üretimde ortalama yumru

ağırlığının ise yaklaşık ortalama % 33 azalabildiği görülmüştür (Ritter ve ark., 2001). Yapılan farklı bir çalışmada, 5 aydan daha fazla süren bir hasat periyodunda aeroponik sistemde her hafta hasat yapılarak m²'de 60 bitki sıklığında 800 civarında yumru elde edilebilmektedir (Farran ve Mingo-Castel, 2006). Uluslararası Patates Merkezi'nde (CIP) yapılan bir başka çalışmada ise, aeroponik üretim sistemi ile bitki başına 100'ün üzerinde yumru elde edilebildiği bildirilmiştir (Otazu, 2010). Klasik yöntemlerle 90 günlük vejetasyon süresinde fide başına ortalama 5-6 mini yumru (Hussey ve Stacey, 1981) üretilirken, aeroponik yöntemle fide başına ortalama 70-100 mini yumru üretimi yapılabilmektedir. Bu üretim sistemi ile otomasyona bağlı sulama sistemleri ile sudan en verimli şekilde yararlanılmakta olup, su bütün bitkilere üniform bir şekilde ulaştığından, patates üretiminde tarla koşullarına aynı miktar patates ürünü için 1/10-1/30 oranında daha az su tüketilmektedir (Mbiyu ve ark., 2013). Uzun yıllar tarım yapılan alanlarda ve seralarda ya da sürekli monokültür yapılan alanlarda, özellikle toprağın organik ve inorganik maddeler bakımından tek taraflı sömürüldüğü bilinmektedir. Bu sistem ayrıca gübre ve özellikle pestisitlerin neden olduğu çevre kirliliğinden korunma sağlanmakta olup, patatesteki püskürtme şeklinde gübrelerin bitki köküne direk olarak verilmesi ile geleneksel üretimde olmayan kesintisiz 180 günden daha fazla büyüme fazı sağlamaktadır. Aeroponik üretim koşullarında yumru oluşumunun N eksikliği (Krauss ve Marschner, 1982) ve besin eriyiği pH'sındaki azalmaya (Wan ve ark., 1994) rağmen teşvik edilebildiği ortaya konmuştur (Mbiyu ve ark., 2013). Yumruların istenilen fizyolojik olgunlukta ve istenen büyüklükte toplanabilmesi aeroponik patates üretiminin diğer önemli avantajlarıdır.

Bu üretim sisteminde üretimin şekli ve bitki türüne göre farklı mineral madde kompozisyonuna ve miktarına sahip besin eriyikleri kullanılmaktadır. Özellikle besin eriyiğindeki makro ve mikro elementlerin dengeli dağılımı yüksek ve üniform mini yumru üretimi için önemlidir. Patatesteki mini yumru üretimine yönelik çalışmalarda, KNO₃ (252 g), Ca(NO₃)₂ (118 g), KH₂PO₄ (68 g), MgSO₄ (246 g), Fe(EDTA) Fe % 6 (9 g), mikro elementler (% 9 MgO, % 3 S, % 4 Fe, % 4 Mn, % 1.5 Cu, % 1.5 Zn, % 0.5 B ve % 0.1 Mo içeren toplam 12 g yaprak gübresi) içeren 500 L besin eriyiğinde her 2 dakika 10 saniye püskürtülmesinin optimum ve tatmin edici seviyede mini yumru verimi sağladığı görülmüştür (Farran ve Mingo-Castel, 2006; Mbiyu ve ark., 2013). Ayrıca püskürtülen besin eriyiğinin optimum pH değeri 6.5-6.8 arasında

olması mini yumru üretimi bakımından idealdir (Mbiyu ve ark., 2013).

Son yıllarda bu üretim sisteminde bilgiyarlı otomasyon sistemleri çok ciddi ilerlemeler kaydedilmiş olup, sıcaklık, ışık ve pH gibi aeroponik büyüme odasının parametrelerini gözlemleyen izleme sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. Tüm kontrol sistemleri, sis yapıcı ve fanı yönetecek sensör verileri, kullanıcılar için daha kolay izlemeyi kolaylaştırmak için internet üzerinden sunucuya iletilerek başta patates olmak üzere büyüme koşulları ve minimum girdi tüketimi sağlanabilmektedir (Sani ve ark. 2016).

4. Aeroponik Tohumluk Patates Üretiminin Türkiye İçin Önemi

Türkiye önemli bir patates üreticisi ülke konumunda olmasına karşılık, tohumluk üretimi bakımından ciddi sorunlar ile karşı karşıyadır. 2016 yılı verilerine göre Türkiye'de 231.592 ton patates tohumluğu üretilmiş olup, sadece 833 ton patates tohumluğu ihraç edilebilmiştir. Yıllık tohumluk yeterlilik oranı yaklaşık yıllara göre değişimler birlikte, son yıllarda yaklaşık % 32 civarında olup, 2016 yılında 26.386 ton patates tohumluğu ithal edilerek, 19286000 USD ödenmiştir (Anonim, 2017).

Türkiye'deki patates ıslah çalışmaları henüz istenen seviyede olmayıp, yeni çeşit geliştirilmesinden ziyade, bu nedenle mevcut çeşitlerin korunması ve devamlılığını sağlayacak tohumluk üretim sistemlerinin olusturulması daha uygun görülmektedir. Patates tohumluğu ile ilgili soruna kısa ve orta vadede çözüm getirebilmek için ilk aşamada yapılması gerekli iş, yüksek maliyetli altyapı gerektiren çeşit ıslah çalışmaları yerine, bu konuya büyük yatırımlar yapan küresel şirketlerle klon aşamasında, çeşit ortaklığını da içeren, eş zamanlı adaptasyon ve seleksiyon çalışmaları ile temel tohumluk üretim çalışmalarına başlanmasıdır (Zaimoğlu ve ark., 2005). Ülkemizde patates X virüsü (PVX), patates Y virüsü (PVY), patates yaprak kıvrıcıklık virüsü (PLRV), patates S virüsü (PVS), patates A virüsü (PVA) başta olmak üzere bazı virüs ırkları patates üretim alanlarında rapor edilmiş, bu hastalık etmenlerinin önemli ekonomik kayıplara neden olduğu bildirilmiştir (Çalı ve Yalçın, 1991; Gümüş ve Erkan, 1998). Ayrıca, ülkemizde son yıllarda patates üretiminde verimi ve kaliteyi olumsuz yönde etkileyen zararlı organizmalar içerisinde karantina açısından, patates siğil hastalığı (*Synchytrium endobioticum*), patates halka çürüklüğü hastalığı (*Clavibacter michiganensis* subsp. *sepedonicus*), patates kahverengi çürüklüğü hastalığı (*Ralstonia solanacearum*) ve patates kist

nematodları (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*) önemli bir sorun teşkil etmektedir. Bu hastalık etmenlerinin yayılmasında tohum ve bulaşık toprak hareketleri en önemli faktörlerdir. Bu nedenle, bu zararlı organizmalara karşı mutlaka sertifikalı tohumluk kullanılması, bulaşık alanlarda tohumluk üretiminin yasaklanması ve bu patojenlerden yumruların ari olması şarttır. Patates siğil hastalığının bulaşık Niğde, Nevşehir ve Ordu illerinin tamamında, Kayseri/Develi ve Yeşilhisar ilçelerinde tohumluk üretimi son yıllarda yasaklanmıştır. Patates üretiminin ve tohumluk üretim alanlarının kontrolsüz yayılması durumunda ve buna bağlı olarak, sistemli bir kontrol mekanizmasının islemediği bir ortamda, bu karantina kuralları uygulanmadan, tohumluk patates üretimine devam edilmesi durumunda, yakın bir gelecekte Türkiye’de tohumluk patates üretimi yapılacak bölgelerin gittikçe daralacağı uzun zamandır çeşitli araştırmacılar tarafından rapor edilmektedir (Yıldırım ve Yıldırım, 1986; Van der Zaag, 1987; Zaimoğlu ve ark., 2005). Aeroponik üretim sisteminde kontrollü bir biyolojik ve kimyasal kontrol sağlanabilmekte, özellikle viral, bakteriyel ve fungal etmenlere karşı temiz bir başlangıç materyali kullanılmaktadır. Ülkemizde bazı bölgelerdeki patates üretiminde asırı gübre kullanımı sözkonusudur. Patates yetiştirilen toprakların genel olarak kum oranı yüksek ve geçirgen yapıda olması nedeniyle daha sık sulama gerektirmekte, buna bağlı olarak da yıkanma seviyesi daha yüksek olmaktadır. Bu durum, özellikle azot eksikliğinin oluşmasına neden olmakta ve üreticiler bunu gidermek için daha fazla azotlu gübre kullanımı yoluna gitmektedirler. Ancak bazı üreticiler, ihtiyaç olmasa dahi yüksek azotlu gübre kullanımını alışkanlık haline getirmişlerdir (Günel ve ark., 2010). Nevşehir-Niğde yöresinde patates tarımında 10-15 kez sulama yapıldığı ve normalde 50 kg/da azotun yeterli olmasına rağmen, çoğu üreticilerin 70-90 kg/da arasında azotlu gübre kullandıkları uzun zamandır bilinmektedir (Er ve ark., 1999). Yüksek dozdaki gübreleme infiltrasyon ile yeraltı ve yerüstü sulara karışmakta, bu alanlarda ciddi bir ötrifikasyon problemi görülmektedir. Bu da beraberinde ciddi sağlık problemlerini ortaya çıkarmaktadır. Benzer olarak patates üretim alanlarında ciddi miktarlarda ve düzensiz herbisit, fungusit, akarisit ve insektisit gibi diğer kimyasalların kullanımı bu üretim alanlarında ciddi bir çevre kirliliğine neden olduğu uzun bir süredir bilinmektedir. Aeroponik üretim sistemi, kontrollü bir üretim sistemi olup, özellikle kimyasal girdi kullanımı daha optimum ve ekonomik olup, çevreye daha duyarlı bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Dünyada aeroponik patates üretime yönelik uygulamalar sınırlı sayıda ülkede mevcut olup, ülkemizde bir iki küçük, demonstrasyon niteliğindeki patates yumrusu üretimi dışında büyük ölçekte aeroponik yumru ya da tohumluk patates üretimi yapan kamu ve özel teşebbüs henüz bulunmamaktadır. Ülkemiz için böyle yatırımın gerekliliği olmakla birlikte, yüksek kademe tohumluk üretimine yönelik yatırımların teşvik edilmesi, bu bağlamda ülkemizde patates tohumluğu üretiminde *in vitro* klonal çoğaltım ile topraksız tarım sisteminin birbirine entegre edilerek tohumluk üretim sistemlerinin oluşturulması gerekmektedir.

5. Sonuçlar

Aeroponik patates tohumluğu üretiminin klasik yöntemlere göre bazı yönlerden çok daha avantajlı olup, Türkiye için alternatif bir üretim sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’de son yıllarda patates üretiminin ve tohumluk üretim alanlarının kontrolsüz yayıldığı dikkate alınmaz ise yakın bir gelecekte Türkiye’de tohumluk patates üretimi yapılacak bölgelerin gittikçe daralacağı ve buna bağlı olarak hastalıktan ari ve ekonomik bir tohumluk üretim sisteminin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması yakın gelecekte zaruri görülmektedir. Bu bağlamda, sağlıklı, homojen ve istenilen fizyolojik olgunlukta elde edilen mini yumruların, tarla koşullarında elit kademe üretim yapılarak patates dikim bölgelerinde ve ülke genelinde ele alınması son derece önemlidir. Bu konudaki öncü tohumluk üretim şirketleri ile birlikte diğer patates tohumluk firmalarına yönelik demonstrasyon çalışmaları yapılması, ülke genelinde sağlıklı ve homojen bir patates tohumluk kullanımının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Abdullateef, S., Böhme, M.H., Pinker, I., 2010. Potato minituber production at different plant densities using an aeroponic system. *XXVIII International Horticultural Congress on Science and Horticulture for People*, 22-27 August, Lisbon, Portugal, pp. 429-436.
- Anonim, 2017. T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tohumculuk İstatistikleri. <http://www.tarim.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Tohumculuk/Tohumculuk-Istatistikleri> (Erişim tarihi: 25.09.2017).
- Anonymous, 1992. Potatoes: Improving Disease Resistance and Quality. *Biotechnology and Development Monitor*, 12: 3-5.
- Anonymous, 2010. International Potato Centre (CIP) (Erişim tarihi: 13. 04.2017).
- Anonymous, 2014. FAO Statistical Yearbook 2014, Asia and the Pacific Food and Agriculture.

- <http://www.fao.org/3/a-i3590e.pdf> (Erişim tarihi: 01.08.2017).
- Balamani, V., Veluthambi, K., Poovaiah, B.W., 1986. Effect of calcium on tuberization in potato. *Plant physiol*, 80(4):856-858.
- Bozköylü, A., 2008. Sera topraksız domates yetiştiriciliğinde kimyasal ve organik gübrelemenin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Chiipanthenga, M., Maliro, M., Demo, P., Joyce, N., 2012. Potential of aeroponics system in the production of quality potato (*Solanum tuberosum* L.) seed in developing countries. *African Journal of Biotechnology*, 11(17): 3993-3999.
- Çalı, S., Yalçın, N., 1991. İthal edilmiş tohumluk patateslerde önemli virüs hastalıklarının DAS-ELISA ve diğer yöntemlerle araştırılması. *VI. Fitopatoloji Kongresi, Türkiye Fitopatoloji Derneği Yayınları*, 7-11 Ekim, İzmir, s. 333-336.
- Er, C., Uranbey, S., Başalm, D., Doğanay, Y., 1999. Nevşehir-Niğde yöresinde patates tarımında azotlu gübre kullanımı ile verim ve kalite ilişkileri. *II. Ulusal Patates Kongresi*, 28-30 Haziran, Erzurum, s. 54-60.
- Farran, I., Mingo-castel, A. M., 2006. Potato minituber production using aeroponics: Effects of density and harvest intervals. *American Journal of Potato Research*, 83(1): 47-53.
- Gümüş, M., Erkan, S., 1998. Ayvalık ve Altınova yörelerinde üretilen patates çeşitlerinin yumrularında bulunan virüslerin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. *Türkiye VIII. Fitopatoloji Kongresi*, 21-25 Eylül, Ankara, s. 348-350.
- Günel, E., Çalıhan, M.E., Kuşman, N., Tuğrul, K.M., Yılmaz, A., Ağırnaslıgil, T., Onaran, H., 2010. Nişasta ve şeker bitkileri üretimi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11-15 Ocak, Ankara, s. 377-396.
- Hamilton, R.J., 2004. Plant waxes. In: *Encyclopedia of life*. John Wiley and Sons, New York.
- Hussey, G., Stacey, N.J., 1981. *In vitro* propagation of potato (*Solanum tuberosum* L.). *Journal Annals of Botany*, 48(6): 787-796.
- Kang, H.S., Hyun, K.H., Lee, H.G., Kang, Y.K., 2006. Effects of transplant raising method on growth and tuber yield of potato grown in aeroponics system. *Korean Journal of Horticultural Science & Technology*, 24(1): 32-36.
- Kang, J.G., Kim, S.Y., Om, Y.H., Kim, J.K., 1996. Growth and tuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars in aeroponic, deep flow technique and nutrient film technique culture films. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 37(1): 24-27.
- Kaur, S., Mukerji, K.G., 2004. Potato diseases and their management. Disease Management of Fruits and Vegetables-1, Fruit and Vegetable Diseases K.G.Mukerji (Ed.), *Kluwer Academic Publishers*, Netherlands, p. 554.
- Krauss, A., Marschner, H., 1982. Influence of nitrogen, day length and temperature on contents of gibberellic and abscisic acid and on tuberization in potato plants. *Potato Research*, 25(1): 13-21.
- Lommen, W.J.M., 1995. Basic studies on the production and performance of potato minitubers. PhD Thesis, Wageningen University, Wageningen, Netherlands.
- Mbiyu, M.W., Muthoni, J., Kabira, J., Elmar, G., Muchira, C., Pwaiswai, P., Ngaruiya, J., Otieno, S., Onditi, J., 2013. Use of aeroponics technique for potato (*Solanum tuberosum*) minitubers production in Kenya. *International Journal of Horticulture and Floriculture*, 1(3): 016-020.
- Mobini, S.H., Ismail, M.R., Aroiuee, H., 2015. The impact of aeration on potato (*Solanum tuberosum* L.) minituber production under soilless conditions. *African Journal of Biotechnology*, 14(11): 910-921.
- Muthoni, J., Mbiyu, M.W., Nyamongo, D.O., 2010. A review of potato seed systems and germplasm Conservation in Kenya. *Journal of Agricultural & Food Information*, 11(2): 157-167.
- Otazu, V., 2010. Manual on Quality Seed Potato Production using Aeroponics. International Potato Center (CIP), Lima, Peru.
- Pares, R.D., Gunn, L.V., Cresswell, G.C., 1992. Tomato mosaic virus infection in a recirculating nutrient solution. *Journal Phytopath*, 135(3): 192-198.
- Resh, H.M., 1981. Hydroponic Food Production. Woodbridge Press, Santa Barbara.
- Ritter, E., Angulo, B., Riga, P., Herrán, C., Relloso, J., 2001. Comparison of hydroponic and aeroponics cultivation systems for the production of potato minituber. *American Journal of Potato Research*, 44(2): 127-135.
- Roosta, H.R., Rashidi, M., Karimi, H.R., Alaei, H., Tadayyonnejhad, M., 2013. Comparison of vegetative growth and minituber yield in three potato cultivars in aeroponics and classic hydroponics with three different nutrient solutions. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 4(14): 73-80.
- Rykaczewska, K., 2016a. Field performance of potato minitubers produced in aeroponic culture. *Plant, Soil and Environment*, 62(11): 522-526.
- Rykaczewska, K., 2016b. The potato minituber production from microtubers in aeroponic culture. *Plant, Soil and Environment*, 62(5): 210-214.
- Salazar, L.F., 1996. Potato Viruses and Their Control. International Potato Center (CIP); Lima, Peru.
- Sani, M.I., Simon, S., Aris, P.K., Rakhmi, J., Chintya, N.M., 2016. Web-based monitoring and control system for aeroponics growing chamber. *International Conference on Control, Electronics, Renewable Energy and Communications (ICCEREC)*, September 13-15, Bandung, Indoneisa, pp. 162-168.
- Scheid, L., 2006. What to do against storage diseases? *Kartoffelbau*, 8: 362-365.
- Schnitzler, W.H., 2004. Pest and disease management of soilless culture. *South Pacific Soilless Culture Conference-Acta Horticulturae (ISHS)*, 648(72): 191-203.
- Siddiqui, S.U., Chaudharay, M.F., Anwar, R., 1996. In

- in vitro* preservation of potato (*Solanum tuberosum* L.) germplasm. *Pakistan Journal of Botany*, 28(1): 37-40.
- Soffer, H., Burger, D.W., 1988. Effects of dissolved oxygen concentration in aeroponics on the formation and growth of adventitious roots. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113(2): 218-221.
- Şevik, M.A., 2011. Topraksız tarımda (hidroponik kültür) bitki patojeni virüsler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(2): 176-180.
- Tierno, R., Carrasco, A., Ritter, E., Ruiz De Galarreta, J.I., 2014. Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture. *American Journal of Potato Research*, 91(4): 346-353.
- Van Der Zaag, D.E., 1987. Growing seed potatoes. (Eds., De Bokx and Van Der Want, J.P.H.) *Viruses of Potatoes and Seed Potato Production*. Pudoc, Wageningen, pp. 176-203.
- Wan, W.Y., Cao, W., Tibbitts, T.W., 1994. Tuber initiation in hydroponically grown potatoes by alteration of solution pH. *HortScience*, 29(6): 621-623.
- Wang, K., He, W., Ai, Y., Hu, J., Xie, K., Tang, M., Wang, Y., Zaag, P.V., 2017. Optimizing seed potato production by aeroponics in China. *Philippine Journal of Crop Science*, 42(1): 69-74.
- Yıldırım, M.B., Yıldırım, Z., 1986. Tohumluk patates yetiştiriciliği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No. 447, İzmir.
- Zaimoğlu, B., Arıoğlu, H.H., Güllüoğlu, L., 2005. Türkiye’de Tohumluk patates üretim potansiyelinin belirlenmesi üzerinde araştırmalar. *Türkiye II. Tohumculuk Kongresi*, 9-11 Kasım, Adana, s. 156-164.