

Domates, karotenoidler ve bunları etkileyen faktörler üzerine bir inceleme

Kenan SÖNMEZ^{1*} Şeküre Şebnem ELLİALTIOĞLU²

¹ Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir

² Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

Alınış Tarihi: 23 Ekim 2014 Kabul Tarihi: 10 Aralık 2014

Özet

İnsan nüfusunun hızla artması sonucu gıda maddelerine olan gereksinim de artmakta ve bu artan talebi karşılamak için yüksek verimli yeni çeşitler ıslah edilmeye çalışılmaktadır. Verimi artırmaya yönelik ıslah çalışmalarının yanısıra sağlıklı ve doğal beslenme, katkısız ve daha kaliteli ürün taleplerinin de artması bu yöndeki ıslah çalışmalarını artırmaktadır. Çevre kirliliği, kentsel yaşam koşulları ve tüketime hazır ürünlerin fazlalığı, insanların doğal ve besleyici gıdalara olan ilgisini, son yıllarda iyice artırmıştır. Günümüzde meyve ve sebzeler sadece beslenme amacının dışında sağlıklı yaşamak, hastalıklardan korunmak ve tedavi edici özellikleri de göz önüne alınarak tüketilmektedir. Bu nedenle meyve ve sebzeler, içerikleri bakımından da tercih edilmektedir. Fonksiyonel gıda terimi de bu gelişmeler sonucunda hayatımıza girmiştir. Sebzelerin neredeyse tamamı, içerdikleri maddeler nedeniyle insan sağlığını koruyucu ve iyileştirici etkilere sahiptir. Domates de bunlardan birisi olup tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de taze olarak tüketilebildiği gibi; salça, sos, ketçap olarak da yaygın bir şekilde tüketilmekte ve artık dört mevsim yüksek kalitede domates bulmak Türkiye için normal bir standart haline gelmiştir.

Anahtar kelimeler: Sağlık, Fonksiyonel gıda, Karotenoidler, Likopen, Domates

A research related with tomato, carotenoids and factors effecting them

Abstract

Due to rapid increase of human population, the requirement for foodstuff also increases and new species with high yield are tried to be regenerated in order to fulfill this increasing demand. Apart from the regeneration studies aiming to increase efficiency, increase in demand of healthy, natural nutrition, additive free and higher quality products increase the regeneration studies in this field. Environmental

* Sorumlu yazar (Corresponding author): ksonmez@ogu.edu.tr

pollution, urban living conditions and high amount of prepared foodstuffs, increased the interest of people towards natural and nutritive foodstuff in recent years. Today, fruits and vegetables are consumed not only for nutrition purpose but also in order to prevent from diseases and considering their therapeutic properties. Therefore fruits and vegetables are preferred due to their content. Functional foodstuff term entered our life as a result of these developments. Almost all of vegetables have protective and therapeutic effects on human health due to the materials in their content. Tomato is one of them. It is widely consumed as fresh in our country just like in other parts of the world as well as in sauce, ketchup and tomato paste forms. Finding high quality tomato in every season has become a normal standard for Turkey.

Keywords: Health, Functional food, Carotenoids, Lycopene, Tomatoes

1. Giriş

Dünya üzerinde yaşayan insan nüfusu arttıkça, gıda maddelerine olan gereksinim de hızla artmaktadır. Bu nedenle, birim alandan en yüksek verimin alındığı yeni çeşitler tüm kültür bitkilerinde ıslah edilmeye çalışılmaktadır. Bununla birlikte, sağlıklı beslenmeye, doğal ve katkısız ürünlere yönelim nedeniyle de "kalite özellikleri", ıslah kriterleri içerisinde önemini giderek artırmaktadır. Çevre kirliliği, kentsel yaşam koşulları ve işlenmiş ürünlerin fazlalığı, insanların doğal ve besleyici gıdalara olan ilgisini, son yıllarda iyice artırmıştır. Özellikle, yaş meyve ve sebzeler artık sadece beslenmek ve öğün oluşturmak amacıyla değil, sağlıklı yaşayabilmek için arındırıcı ve tedavi edici, hastalıklara karşı koruyucu olarak da tüketilmektedir. Bu nedenle, meyve ve sebzeler, içerdikleri maddeler bakımından nitelikleri incelenir ürünler haline gelmiştir. Fonksiyonel gıda tanımı da bu gelişmeler sonucunda hayatımıza girmiştir. Fonksiyonel gıdalar; vücudun temel besin öğelerine olan ihtiyacı karşılamanın ötesinde insan fizyolojisi ve metabolik fonksiyonları üzerinde ilave faydalar sağlayan, böylelikle hastalıklardan korunmada ve daha sağlıklı bir yaşama ulaşmada etkinlik gösteren gıdalar veya gıda bileşenleridir. Temel beslenmenin ötesinde sağlık yararı sağlayan gıdalar olan bu ürünlerden, insan sağlığı ile ilgili olarak bir artı sağlama veya hastalanma riskini azaltması ile birlikte, bir ya da daha fazla sayıda vücut fonksiyonunu hedefleyerek yararlı şekilde etkilemesi beklenmektedir (Boyacıoğlu, 2013; Akan vd., 2013).

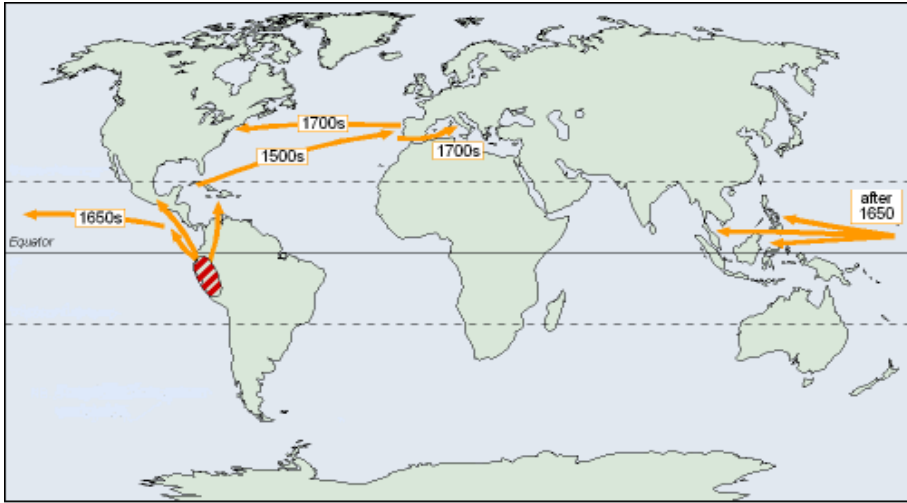
Sebzelerin neredeyse tamamı, içerdikleri maddeler nedeniyle insan sağlığını koruyucu ve iyileştirici etkilere sahip olmakla birlikte özellikle bazı

türler öne çıkmaktadır. Bu türlerin başında gelenlerinden birisi de, domatestir. Domates, tüm dünyada ve ülkemizde de taze olarak tüketilebildiği gibi; salça, sos, ketçap olarak da yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesi ile domates suyu, püresi, doğranmış veya kurutulmuş domates de kolaylıkla tüketilebilir hale gelmiştir. Bununla birlikte, artık dört mevsim yüksek kalitede domates bulmak, Türkiye için normal ve standart duruma gelmiştir. Isıtılan ve Bombus arısı kullanılan iklim kontrollü seraların kullanılması, düşük sıcaklıklarda meyve tutumu yeteneği artırılmış çeşitlerin üretimde tercih edilir hale gelmiş olması sayesinde kış aylarında da domates tüketimi rahatlıkla yapılabilmektedir.

2. Domates (*Solanum lycopersicum* L.)'in Tarihçesi ve Üretim Değerleri

Domatesin ilk kez kültüre alındığı ve tarımının Meksika veya Peru'da yaşayan yerli kabileleri tarafından Güney Amerika'da yapıldığı bilinmektedir. Aztek dilinden kökenini alan 'xitomate' veya 'zitotomate' kelimelerinden geliştirilen ismi ile birlikte 16. yüzyılda Avrupa'ya, 18. yüzyılda buradan Kuzey Amerika'ya getirildiği, daha sonra da tüm dünya üzerine yayıldığı kabul edilmektedir (Gould, 1983; Anonymous, 2014a) (Şekil 1). Günümüzde, taze ve işlenmiş olarak tüketilen yüzlerce farklı özellik ve tipte domates çeşidi tüm dünyada yetiştirilmektedir. Domates (*Solanum lycopersicum* L.), dünya çapında büyük miktarlarda yetiştiriciliği yapılan, *Solanaceae* familyasına ait bir sebze türüdür (Peralta ve Spooner, 2005).

Domatesin çok sayıda yabancı ve kültüre alınmış uzak akrabaları hala Galapagos Adalarında olduğu kadar Peru'da, And Dağlarında (Rick, 1973; Taylor, 1986), ayrıca Ekvator ve Bolivya'ya uzanan dar bir bölgede bulunabilmektedir. Kültür domatesinin bu yabancı akrabaları, deniz seviyesinden yüksekliğe bağlı olarak ve aynı zamanda enlem derecesinden de etkilenerek, geniş bir çeşitlilik (varyabilite) göstermekte ve türlerin gelişimi için, neredeyse hiç tükenmeyecek nitelikte değerli bir gen havuzu sunmaktadır (Rick ve Holle, 1990; Roselló vd., 1996; Peralta ve Spooner, 2005; Oğuz vd., 2014).



Şekil 1. Domatesin ve yabancı akrabalarının anavatanı Güney Amerika'dan dünyaya yayılış yolları ve tarihleri (Anonymous, 2014a)

Yetiştiriciliği yaygın ve miktar olarak da çok olan domates ile ilgili yetiştiricilik ve ıslah çalışmaları da doğal olarak dünya genelinde oldukça fazla sayıdadır. 2013 yılı verilerine göre Türkiye'de de 189 122 ha alanda 11 820 000 ton yıllık domates üretimi olduğu belirtilmektedir (Anonymous, 2014b). Türkiye'de domatesin ilk olarak 19. yüzyılın başlarına doğru Adana'da yetiştirilmeye başlandığı düşünülmektedir (Şeniz, 1992). Ülkemiz, domatesin gen merkezi içerisinde olmamasına rağmen geniş bir varyabiliteye sahiptir. Aynı zamanda, üretim olarak da dünya geneli üretim sıralamasında Çin, Hindistan ve ABD'nden sonra 4. sırada yer almaktadır. Ülkemizde örtü altı ve açık alanda toplam 128 010 ha alanda 7 941 780 ton sofralık, 6 112 ha alanda 3 378 220 ton salçalık domates üretim yapıldığı belirtilmektedir. Bölgeler itibarı ile en yüksek sofralık domates Akdeniz bölgesinde, salçalık domates Ege bölgesinde, örtü altı domates Akdeniz bölgesinde üretilmektedir (Anonymous, 2014b).

3. Fonksiyonel Gıda Kavramı ve Domatesteki Metabolitler

Stewart (2001), dünya genelinde tüketicilerin gıda ve gıda bileşenlerinin sağlık üzerine etkisine olan ilgisinin hızla artmakta olduğunu; Uluslararası Gıda Bilgi Konseyi tarafından yapılan bir ankete göre,

Amerikalıların yüzde 33'ünün, sağlığı koruyucu belirli gıdalar veya maddeler eklediğini bildirmiştir. Bütün gıdaların fonksiyonel olduğunu, yani besleyici değeri, lezzeti, kokusunun olduğunu, ancak son yıllarda 'fonksiyonel gıdalar' denilince temel besin olmanın ötesinde birçok sağlık faydası olan gıdalar olarak tanımlandığını, sağlık ve zindeliği artırmak için biyolojik aktif bileşenler taşıdığını belirtmiştir. Bunların karbonhidratlar, yağlar, proteinler, mineraller ve vitaminler gibi bilinen bileşenler olmadığını, aktif içerikler fitokimyasallar; örneğin domateste likopen, sarımsakta alisin, soya fasulyesinde isoflovinler olduğunu açıklamaktadır. Nutrasötik yani sağlık için, katkıda bulunan fitokimyasal özelliklerinden dolayı karotenoidlerin insan sağlığında önem taşıdığı, likopenin %75-83 arasında kırmızı renkten, β -karotenin %3-7 sarımsı renkten sorumlu olduğu ifade edilmektedir (Dorais vd., 2001). Sağlık için faydalı olan fitokimyasallardan tokoferol ve flavonoidler domateste bulunduğu için domates ürünleri de fonksiyonel gıda olarak adlandırılmaktadır (Fraser vd., 2009). Bazı ürünlerin fonksiyonel bileşen içeriklerini geliştirerek onlara değer katmanın önemli bir potansiyele sahip olabileceğini, bu nedenle, hem tarımsal sanayinin hem de bilim adamlarının fonksiyonel bileşen içeriklerini tanımlamak ve artırmak için çalışmakta olduğunu bildirmiştir.

Genel olarak sebzeler insan beslenmesinin önemli bir parçası olduğu gibi; vitamin, lif, antioksidan, kolesterol düşürücü bileşikler gibi, biyolojik aktif maddelerin de önemli bir kaynağıdır (Rao ve Rao, 2007). Tarihsel olarak, birçok bitkinin besin ve sağlığı teşvik eden bileşiklerinin değeri, deneme yanılma yöntemi ile keşfedilmiştir. Yüzyılın başından günümüze, kromatografi, kütle spektrometresi, infrared spektrofotometresi ve nükleer manyetik rezonans uygulaması, çok sayıda bitki metabolitlerinin nicel ve nitel ölçümüne olanak vermiştir. Analiz yöntemlerinin geliştirilmesiyle birlikte yaklaşık 50 000 civarında metabolit tanımlanmıştır. Henüz aydınlatılmamış olanların sayısı ile birlikte bu sayının 200 000'leri aşacağı tahmin edilmektedir (Hounscome vd., 2008).

Domates meyvesinin %93-95'i su olup, %5-7 oranında da inorganik bileşikler, organik asitler (sitrik asit ve malik asit), alkolde çözünemeyen katı maddeler (proteinler, selüloz, pektin, polisakaritler), karotenoidler ve lipitler bulunmaktadır (Petro-Turza, 1987) (Çizelge 1). İnsan için gerekli olan temel besin maddelerince zengin olmasa da yüksek oranda potasyum, organik asitler, A ve C vitaminleri bakımından önemli bir kaynak niteliği taşır (Moreno vd., 2008). Kırmızı olgun bir domates meyvesinde ortalama 1000 IU 100 g^{-1} civarında vitamin A ve 20-25 mg 100 g^{-1} civarında vitamin C bulunmaktadır. Potasyum da 200-210 mg 100 g^{-1} arasında bir değerde bulunabilmektedir

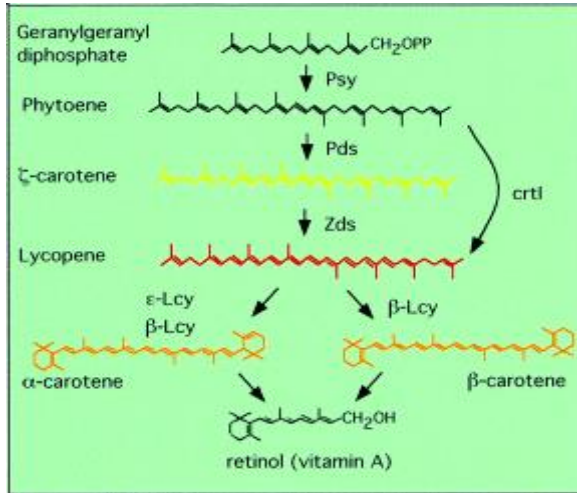
(Benton Jones, 2007). Glukoz ve fruktoz miktarı yüksek, eser miktarda da sakaroz bulunduran olgun taze domates meyvesindeki pektinler, ksilanlar, arabinoksilanlar ve selüloz, en önemli polisakkaritlerdir. Taze domates suyundaki serbest aminoasitlerin %45'ini glutamik asit oluşturmakta, bunu aspartik asit izlemektedir. Sitrik asit en fazla bulunan organik asit iken, bir miktar da malik asit bulunmaktadır (Gould, 1983; Yılmaz, 2001). Bunların yanı sıra, domatesin tadı ve aroması üzerinde etkili olan 400'ün üzerinde madde bulunmuş, bunların 30 tanesinin aroma oluşumunda çok daha yüksek etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. Uçucu ve değişken aroma maddelerinin ve organik asitlerin yanında şekerler, serbest aminoasitler, mineral tuzları da domatesin tadının oluşumunda rol oynamaktadır. Domatese kırmızı rengini veren metabolit ise, başta likopen olmak üzere karotenoidlerdir. Tüm bu metabolitlerin miktarı; türler, meyvenin içinde bulunduğu olgunluk aşaması, iklim şartları, ışık, sıcaklık, toprak, gübreleme, sulama ve yetiştiricilik sırasında yapılan diğer işlemler, hasat ve depolama koşullarına göre farklılık gösterebilmektedir.

Çizelge 1. Domates meyvesindeki kuru madde bileşenleri (Petro-Turza, 1987; Yılmaz, 2001)

Meyve İçeriği	%
Fruktoz	25
Glukoz	22
Sakaroz	1
Sitrik asit	9
Malik asit	4
Protein	8
Dikarboksilik amino asit	2
Pektinler	7
Selüloz	6
Hemiselüloz	4
Mineraller	8
Yağlar	2
Askorbik asit	0.5
Renk maddeleri	0.4
Diğerleri (amino asitler, vitaminler, polifenoller)	1
Uçucu bileşikler	0.1

Likopen, olgun domates meyvelerinde önemli miktarlarda biriken karotendir. Bu doğrusal yapıdaki karotenoid, geranil geranil difosfat'tan başlayan bir yol izini takip ederek oluşur ve beta karoteni de içeren birçok

çembersel yapıdaki karotenoidin biyosentetik öncül maddesidir (Rosati vd., 2000) (Şekil 2). Beta-ionen halkasına dahil olan likopen beta-siklaz (β -Lcy) enziminin aktivitesi sayesinde likopen, beta-karotene dönüşür (Cunnigham vd., 1994; Huguenev vd., 1995). Beta-karoten ise vitamin A'nın en önemli öncül maddesidir. Vitamin A eksikliği dünya üzerinde 75'ten fazla ülkede önemli sağlık sorunlarına yol açan hastalıklara neden olmaktadır. Beta-karoten içeren ilaçlarla yapılan tedavi, yaşam kalitesini sınırlandıran ve ölümcül olabilen bu hastalıkların giderilmesinde olumlu etki yapmaktadır (West vd., 1999). Üzerinde en fazla çalışılan karotenoidlerden birisi olan β -karoten, vücutta kan ve dokularda bulunan temel karotenoidler arasında yer almaktadır. β -karoteni diğerlerinden ayıran en önemli özelliği A vitaminine metabolize olmasıdır. 50 farklı karotenoidten β -karotenin en yüksek provitamin A aktivitesine sahip olduğu bilinmektedir (Krinsky ve Johnson, 2005; Fraser vd., 2009; Garcia ve Baret, 2005; Erge, 2007).



Şekil 2. Likopen ve beta-karotenin oluşum yolizine ait bir şematik gösterim (Rosati vd., 2000)

Karotenoidler sağlık ve beslenme açısından önemlidir. Stahl ve Sies (2003), domateste de bulunan karotenoidlerin, bitkilerde fotooksidatif işlemlere karşı bitkilerin korunmasında ana rol oynayan pigment olduğunu ve serbest oksijen radikallerinin zararlı etkilerini ortadan kaldırarak etkili antioksidanlar olduğunu bildirmiştir. İnsan organizmasında da antioksidantlar savunma sisteminin parçasıdır (Hounscome vd., 2008). Yapılarına göre

karotenoidlerin çoğu 450 nm civarındaki ışınları absorbe etmektedir ve insan derisini fotooksidatif zararlanmaya karşı korumada en etkili koruyucular olarak bilinmektedir.

Likopenin yapısındaki beta-siklik halkanın açılmış ve doğrusal bir yapıya sahip olması, bu maddeye yüksek bir antioksidan kapasite vermektedir (Miller vd., 1996). Domates antioksidan etkiye sahip likopenin en zengin ve önemli kaynağıdır. Likopen, vücuda alındığında vitamin A öncül maddesi olarak etki yapmamaktadır. Ancak, antioksidan özelliği çok değerlidir. Kandaki likopen değerinin yüksek olmasının, prostat kanserini önlediği bilimsel olarak kayıtlara geçmiştir (Gann vd., 1999). Kanser çeşitleri gibi dejeneratif bozukluklarda da koruyucu etki yaptığı, serbest oksijen radikallerini zararsız hale getirdiği belirtilen likopenin aynı zamanda kardiyovasküler hastalıklarda da koruyucu etki yaptığı kaydedilmektedir (Kök, 2011). Likopenin antioksidan özelliği sayesinde birçok kanser türü ve kalp hastalıklarının önlenmesinde rol oynadığına ilişkin çok sayıda bilimsel çalışmaya rastlamak mümkündür (Lopez vd., 2000; Stewart, 2001; George vd., 2004; Adams vd., 2005; Hedges ve Lister, 2005; Kutı ve Konuru, 2005; Brandt vd., 2006; Helyes vd., 2006; Rao ve Rao, 2007; Pernice vd., 2010).

Oksidantlar; vücutta normal metabolizma sürecinde zararlanmaya ve kimyasal ajanlara karşı savunma sırasında oluşmakta ve DNA'yı, proteinleri ve hücre dokularını olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu oksidatif yıkım; yaşlanma, kardiyovasküler hastalıklar, bağışıklık sisteminde azalma ve kataraktın temel nedeni olarak değerlendirilmektedir (Kopsell ve Kopsell, 2006). Likopenin diğer karotenoidlere kıyasla tekli oksijeni yakalamada da özellikle etkili olduğu bilinmektedir. Karotenoidler, aktif radikalleri elektron transfer ederek, hidrojen vererek ya da radikale bağlanarak inhibe edebilmektedir (Simpson, 1985). β -karotenin çok etkili bir zincir kırıcı antioksidan olarak fonksiyon gösterdiği, ancak oksijen basıncının artmasıyla β -karotenin antioksidan etkisinin azaldığı belirtilmektedir. Bu etkinin, göze gelen zarar verici mavi ışığı absorbe etmelerinden kaynaklandığı bildirilmektedir (Krinsky ve Johnson, 2005). Ayrıca, karotenoid alımı ile kalp damarı tıkanıklığı, kemik kalsifikasyonu ve sinirsel rahatsızlıklar gibi bazı hastalıkların riskinin azaltılması arasında kuvvetli ilişkinin olduğu aktarılmaktadır (Barba vd., 2006).

Likopen, domateste olgun meyvedeki kırmızı renkten sorumludur. Sanayi ve tüketiciler için başlıca kalite kriteri olan likopenin yanı sıra diğer karotenler (örneğin β -karoten) Vitamin C, Vitamin E ve diğer fenolik bileşikler de insan sağlığını destekleyen maddelerdir (Lopez vd., 2000; Dumas vd., 2003). Domatesin içerdiği fitokimyasallar içinde likopen en çok bilinenidir.

Diğer karotenoidler (β -karoten, phytoene, phytofluene), fenolik bileşikler (kumarik ve klorojenik asitler, quercetin, rutin ve naringenin), antioksidan C vitamini (askorbik asit) ve az miktarda E vitamini (tokoferol) de domatesin besleyici değerini artırmaktadır. Domatesin dışında karotenoidlerin birçok sebze ve meyvede değişik miktarlarda bulunduğu; guava, kuşburnu, karpuz, pembe greyfurt gibi türlerde de yoğun olarak tespit edildiği ve bu meyvelere kırmızı rengini verdiği bilinmektedir. Stewart (2001), Dünya genelinde likopenin sağlık üzerine etkilerinin araştırıldığını, bunun, güçlü bir antioksidan olduğunu, antioksidanların serbest radikallerin nötralize edilmesinde etkili olduğunu, aksi halde bu radikallerin hücre bileşenlerinin (örneğin, DNA, protein, lipidler) zarar görmesine neden olabileceğini belirtmiştir. Domatesin içermiş olduğu diğer fitokimyasalların sağlık açısından rolünün daha az çalışıldığını, β -karotenin A vitamini önemli bir öncül bileşeni olduğunu ve likopen gibi, kanseri önlemede rol oynadığını hatırlatmışlardır. Fenolik bileşiklerin, özellikle flavonoidlerin önemli antioksidanlar olduğunu, potansiyel olarak, anti-alerjik, anti-inflamatuar, anti-mikrobiyal ve anti-kanser özelliklerinin bulunduğunu, domates tohumu etrafında bulunan sarı jöle kıvamındaki yapının trombosit agregasyonunu (pıhtı veya damar tıkanıklığı) durdurmada ve kalp krizi, felç ve kan damarı sorunlarını önlemeye yardımcı olduğu bildirilmiştir. Günümüze kadar hastalık riskini azaltmak için gerekli olan likopen alımı ile ilgili net bir fikir birliği olmamakla birlikte, günlük olarak yaklaşık 5 ila 35 mg likopen alınmasının gerektiği, bunda her gün en az bir veya iki porsiyon domates veya domates ürünlerini tüketmekle sağlanabileceği araştırmacı tarafından belirtilmektedir. Çeşitli domates ürünlerindeki likopen içeriğinin 42 ppm ile 365 ppm arasında değiştiğini yaptıkları anket araştırmada belirleyen Rao vd. (1998), günlük beslenmede ortalama likopen alımının 25.2 mg gün⁻¹ olduğunu belirtmiştir. Günlük likopen alımının %50'sini taze domatesten (12.7 mg) geri kalan miktarı da ağırlıklı olarak domates salçası (2.29 mg), spagetti sosu (2.44 mg), domates suyu (2.2 mg) gibi domates ürünlerinden karşılandığı sonucuna ulaşmışlardır.

4. Domateste Likopen ve Beta Karoten Miktarını Etkileyen Faktörler

4.1. Meyvenin olgunluk aşaması

Bitkilerdeki karotenoid içeriği üzerinde pek çok faktör etki etmektedir. Olgunlaşma derecesi bunlardan birisidir. Domateste olgunlaşma süresince

likopenin artış gösterdiği ifade edilmektedir (Thompson vd., 2000; Omoni ve Aluko, 2005; Erge, 2007). Likopen, domateste en fazla bulunan karotenoid olup, domateste bulunan pigmentlerin %80-90'nını oluşturmaktadır. Ancak, taze domateste likopen miktarının çeşide ve olgunluk durumuna göre değiştiği bilinmektedir (Omoni ve Aluko, 2005). Domateste likopenin ham yeşil ve rengin hafif pembeye döndüğü evrelerde sırasıyla 10 ve 370 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$; sert kırmızı dönemde (%90'nın kırmızı olduğu dönem) 4 600 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$; ileri olgun evrede ise 7 050 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ olarak belirlendiği aktarılmaktadır. ABD domates olgunluk sınıflandırma standartlarına göre 6 farklı olgunluk döneminde hasat edilen çiftlik domatesinin içerdiği 7 karotenoid (Phytoene, Phytofluene, α -Karoten, β -Karoten, Z-Karoten, Γ -Karoten ve Likopen) araştırıldığında; yeşil olum (maturegreen) döneminde hasat edilen meyvelerde yapılan analizlerde likopene rastlanmazken, β -karoten 1.17 $\mu\text{g } \text{g}^{-1}$ olarak tespit edilmiş, olgunlaşmanın artması ile β -karoten ve likopen miktarı lineer olarak artmıştır. Kırmızı olum döneminde β -karoten 2.5 μg , likopen ise 82.8 $\mu\text{g } \text{g}^{-1}$ düzeyinde bulunmuştur (Meredith ve Purcell, 1966).

Giovanelli vd., (1999) dalında ve hasat sonrası olgunlaşan domateste antioksidan içeriği, likopen, β -karoten, askorbik asit ve toplam fenolikleri incelemiştir. Araştırmacılar, domatesleri renk değerlerine göre yedi farklı olgunluk döneminde hasat etmişlerdir. Olgunlaşma şartları, hem antioksidan içeriğindeki birikim hızını hem de, olgunlaşma sonundaki birikim miktarını etkilemiş, hasat sonundaki olgunlaşma aşamasında en yüksek değere ulaşmıştır. Likopen birikiminin renk değişimi ile lineer bir ilişki içerisinde olmadığı ve olgunlaşmanın son döneminde daha fazla biriktiği belirlenmiştir. Nitekim, Arias vd. (2000) ve Helyes vd. (2006)' da domatesin olgunluk dönemine göre L^* , a^* , b^* , hue, chroma ve likopen değerlerini belirlediklerinde a^*/b^* oranı ve likopen içeriğinin korelatif bir ilişki içerisinde olduklarını ortaya koymuşlardır. Likopen içeriğini tahmin etmenin taşınabilir renk ölçer ile açık arazide mümkün olabileceği, domateste renk okumalarına dayanan likopeni tahmin etmek için eşitlikler bulunduğu kaydedilmiştir (Toor vd., 2005).

Farklı hasat dönemlerinde hasat edilerek (yeşil, pembe renge dönme aşamasında, pembe, kırmızı) domates meyvelerinde çeşitli metabolitlerin değişiminin incelendiği pek çok çalışmada, β -karoten ve likopen miktarlarının olgunlaşmamış domateste düşük, olgunlaşmış olanlarda ve özellikle kırmızı rengin artmasıyla birlikte yüksek oranlarda bulunduğu ortaya konmuştur (Kozukue ve Friedman, 2003; Wold vd., 2004; Veazie vd., 2006; İlahy vd., 2011).

Olgun domatesin karakteristik kırmızı renk alması karotenoidlerin (başlıca likopen ve β -karotenin) de novo sentezi sonucu oluşmakta olup,

meyve renginin yeşilden kırmızıya doğru değişirken kloroplastların kromoplastlara dönmesi ile ilişkilidir (Pek vd., 2010). Domatesin renginin yeşilden kırmızıya dönmesi çevre koşullarının da etkisini yansıtmaktadır ve olgunlaşma sırasında meyvedeki klorofiller parçalanmakta, likopen miktarı artmaktadır (Periago vd., 2009). Likopen ve β -karoten seviyesi arttıkça, olgunlaşma sürecinde meyve rengi yeşilden açık kırmızıya doğru değiştikçe renk ölçümlerindeki kroma değeri de artmaktadır (Radzevičius vd., 2009).

Meyvenin değişik kısımlarındaki karotenoid miktarları farklılık gösterebilmektedir. Meyve kabuğunda; meyve eti ve tohuma göre toplam fenolikler, toplam flavonoidler, likopen, askorbik asit ve antioksidan aktivite daha yüksek bulunmaktadır. Domatesin kabuk ve tohumlarının işleme veya pişirme sırasında değerlendirilmemesi önemli oranda antioksidan kayıplara yol açabileceğinden, sağlık açısından bu kısımların da değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Toor ve Savage, 2005).

4.2. Genotipin etkisi

Domates tüketimi ile alınan bitkisel besinin niteliği, çeşide ve tüketim sırasındaki olgunlaşma dönemine bağlı olup, taze olarak tüketilen farklı tipteki (kiraz, salkım, salata ve uzun) domateslerin antioksidatif aktivitesi, karotenoid seviyesi ve tomatın içerikleri farklı olabilmektedir (Leonardi vd., 2000). Hatta, likopen içeriği söz konusu olduğunda, domateste genotip etkinin, geç hasat yapmaktan daha etkili bulunduğu söylenebilmektedir (Lopez vd., 2000).

Birbirinden farklı özelliklere sahip çok sayıdaki domates çeşidiyle yapılan pek çok bilimsel araştırmada, farklı hat, açık tozlanan çeşit ve hibritlerin meyve eti rengi, hue açısı, kroma, parlaklık değerlerinin istatistiksel olarak farklı bulunduğu bildirilmektedir. Bu özelliklerin likopen miktarıyla yakın ilişkisi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, likopen miktarının önemli ölçüde genetik olarak idare edilen bir özellik olduğunu söylemek mümkündür (Sacks ve Francis, 2001; Gomez vd., 2001; Martinez-Valverde vd., 2002; Lenucci vd., 2006). Nitekim Thompson vd. (2000) de, Crimson genine sahip domates çeşitlerinde yüksek oranda (5086 ile 5786 μg 100 g^{-1} taze ağırlık) likopen bulunduğu, bu gene sahip olmayan çeşitlerde daha düşük (2622 ile 4318 μg 100 g^{-1} taze ağırlık) olduğu konusunda bilgi vermiştir. Kiraz (cherry) domates çeşitlerinde ortalama likopen ve toplam antioksidan oranlarının diğer domates tiplerine oranla daha yüksek olduğu yönündeki bilgiler de literatürde yer almaktadır (Raffo vd., 2002; George vd., 2004). Kutu ve Konuru (2005) 30 adet salkım F_1 domates, 4 adet yuvarlak

meyveli ıslah hattı ve 4 adet kiraz domates çeşidini sera ve tarla koşullarında yetiştirerek likopen içeriklerini HPLC ve Spektrofotometre ile analiz etmişlerdir. Çeşitler arasında likopen içeriklerinin farklı olduğu, kiraz domates tiplerinin en yüksek likopen içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Araştırmacılar, serada yetiştirilen salkım ve yuvarlak domateslerin likopen içeriğini (30.3 mg kg^{-1}) tarlada yetiştirilenlere göre (25.2 mg kg^{-1}) daha yüksek bulmuşlar, ancak tarlada yetiştirilen kiraz domates çeşitlerinin meyvesindeki likopen içeriğinin (91.9 mg kg^{-1}) serada yetiştirilenlerden (56.1 mg kg^{-1}) daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuç olarak, genotipin domateste likopen içeriğine kuvvetli etkisi olduğunu, çevre koşullarının bunu artı veya eksi yönde etkilediği belirlenmiştir. Toor vd. (2005) dört domates çeşidi arasında en küçük meyveli çeşit olan Campari'nin, diğer büyük meyveli çeşitlere göre en yüksek antioksidan aktiviteye sahip olduğunu belirlemiştir. Küçük meyveli çeşitlerde yüzey alanı ile hacim oranı (0.15), büyük meyveli çeşitlere oranla (0.10-0.12) daha yüksek bulunması nedeniyle, küçük meyveli olanların avantajlı olduklarından bahsedilmektedir.

Meyve rengi, meyvenin içerdiği likopen ve fenolik maddeler hakkında fikir verebilmektedir. Örneğin, domateste likopen ve toplam fenolik madde içeriği, yüksek vakum altında kurutulmuş sarı, kırmızı, turuncu, siyah meyveli domates çeşitlerinde araştırıldığında; genel olarak rengin, likopen içeriği için doğru bir belirleyici özellik olduğu ortaya konmuştur (Cox vd., 2003). Kırmızı meyveli çeşitler, sarı meyveli çeşitlerden daha çok likopen içeriğine sahip olarak belirlenmiştir, yine kırmızı çeşitler 2/3'ü turuncu renkli çeşitlerden daha fazla likopen içermektedir. Siyah meyveli çeşitlerde, kırmızı meyveli çeşitlerden daha az likopen belirlenmiştir. Toplam fenolik madde miktarı ise turuncu, kırmızı ve siyah renkli meyveye sahip çeşitler arasında, en çok sarı renkli meyveye sahip olan çeşitlerde tespit edilmiştir. Walia vd. (2010) da, sarı ve kırmızı toplam on dört ticari domates çeşidinin likopen ve fenolik içerik düzeylerinde önemli farklılıklar olduğunu belirlemiştir. Kırmızı renkli çeşitlerin likopen içeriği (2.7 ile $6.6 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$), sarı renkli çeşitlerin likopen içeriğinden (0.8 ile $1.2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$) daha yüksek olup, bu da toplam fenolik içeriği ve toplam antioksidan aktivitenin kırmızı çeşitlerde daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Genel olarak, kiraz domates çeşitlerinin en yüksek fenolik madde içeriğine sahip olduğu, bunda sağlığa olumlu etki yapabileceği bu çalışmada da belirtilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalardan birisinde, Dar ve Sharma (2011), 60 adet domates genotipi ile yaptıkları çalışmada genetik değişkenlik, kalıtım ve genetik avantajın domatesin verim ve kalite özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Kalıtımın etkisi β -karoten,

askorbik asit ve likopen özelliklerinde net olarak izlenmiştir ve bu sayede melezleme hatlarında bu özelliklerin geliştirilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

4.3. Çevresel faktörlerin etkisi

Her ne kadar domateste içsel madde ve metabolitlerin miktarı üzerinde genetik etkiler büyük etki taşıyor ve kalıtsal faktörler ilk sırada geliyorsa da, yapılan çalışmaların tümü göstermiştir ki; aynı çeşidin farklı ekolojilerde yetiştirilmesi sonucunda veya parseller içindeki meyvelerdeki renk özelliğine ait varyasyonun önemli bölümü, hatta bazen %75'ten fazlası çevresel etkiden kaynaklanabilmektedir (Sacks ve Francis, 2001; Slimestad ve Verheul, 2005; Aherne vd., 2009).

Sıcaklığın 12°C'nin altına düştüğü anda domates meyvelerinde kuvvetli bir biçimde likopen biyosentezinin azaldığı, sıcaklığın 32°C'nin üzerine çıktığı zamanda tamamen durduğu; ayrıca sıcaklığın sürgün, kuru madde içeriğini ve meyve dilimliliğini de (Adams vd., 2001) etkilediği belirtilmektedir. Likopen sentezi için en uygun sıcaklık değerlerinin 22-25°C olduğu, ayrıca doğrudan güneş ışığı altında yetiştirilen domateslerin gölgede olanlara oranla daha yüksek karoten sentezlediği ortaya konmuştur. Cam, plastik sera ve açıkta yetiştirilen domateslerde β -karoten miktarlarının değiştiğini açık arazide yetiştirilen domateslerin daha çok β -karoten içerdiğini kaydetmişlerdir. Ayrıca açıkta yetiştirilen domateslerin doğrudan güneş ışınlarına maruz kalmasıyla da daha az renklendiği, yüksek sıcaklığa maruz kaldığı için daha az likopen sentezlediği tespit edilmiştir. Olgunlaşma dönemi boyunca domatesin likopen içeriği pembe olum safhasından sonra hızla artmaktadır.

Likopen biyosentezi çevre koşullarından önemli düzeyde etkilenmektedir. Sıcaklığın ve fotosentetik aktif radyasyonun (PAR) likopen içeriği üzerine etkili olduğu bilinmektedir. Domateste gündüz 20-24°C, gece 18°C civarındaki sıcaklıklar likopenin oluşumu için idealdir. Likopen meyvenin kırmızı renginden sorumlu ana karotenoiddir. 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklar likopen ve meyveye sarı-turuncu renk veren diğer karotenoidlerin sentezini engeller. Bitki üzerine gelen doğrudan güneş ışın miktarı $\sim 2\ 990\ \mu\text{mol}\ \text{m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$ olduğunda, ışına maruz kalma süresine bağlı olarak meyveler için zararlanma başlamaktadır (Brandt vd., 2006). Bitki üzerine gelen yoğun güneş ışını, suda çözünür şeker, pigmentler (likopen) ve meyvede biriktirilecek foto asimilatları etkileyebilmektedir (Venter, 1977). Bu yüzden serada yetiştirilen domatesler tarlada yetiştirilenlerle karşılaştırıldığında C vitamini miktarları farklı bulunmuştur. Düşük ışık yoğunlukları düzensiz renk oluşumuna neden

olmaktadır. Meyve olgunlaşırken karotenoid oluşumunda ışık gerekmemesine rağmen gölgelenen meyvelerde karotenoid içeriği de düşük olmuştur.

Gautier vd. (2005), yeşil dönemdeki gelişimine devam etmekte olan domates meyvelerine uygulanan 6 farklı dalga boyuna sahip seçici ışık filtrelerinin, meyve olgunlaşması üzerine etkisinin olup olmadığını araştırmışlardır. Kızılötesi ışığın (700-1100 nm) azaltıldığı filtre uygulamasında C vitamini ve çözünür şekerler içeriği azalmıştır. Fotosentetik ışığın %97 oranında azaltıldığı uygulamada ise β -karoten miktarı %23, likopen içeriği %29 ve kırmızı renk oluşumu %21 oranında azalmıştır. Çözünür şekerler, C vitamini ve likopen içeriği arasında anlamlı korelasyonlar bulunduğu, ancak bu bileşenlerin meyveye ulaşan ışığın spektral bileşimine bağlı olarak farklı arttığı, likopen ve β -karoten içeriğinin mavi ışık ve fotosentetik radyasyona maruz kalma yoluyla artırılabilceği öngörülmektedir.

Uygun sıcaklık koşullarında, domates bitkisi ışıklandırılarak meyve olgunlaşma döneminde karotenoid sentezi artırılabilir. Karotenoid sentezinde kırmızı ışık, beyaz veya yeşil ışıktan daha fazla olumlu etki yapmaktadır. Kızılötesi ışık karotenoid oluşumunu azaltma etkisi oluşturmaktadır. Sarımsı yeşil (beyaz olum) dönemdeki domates meyvelerine kırmızı ışık uygulandığında karanlıkta tutulan kontrol örneğine göre likopen sentezi 2.3 kat, 3.7 mg 100 g⁻¹'den, 8.7 mg 100 g⁻¹'a kadar artmış, uzun dalga boylu kırmızı ışık uygulamasında ise 5.2 mg 100 g⁻¹ kadar gerilemiştir (Inbaraj ve Chen, 2008). Miktarları farklı olsa da karanlık veya aydınlık ortamda domates meyvelerinde aynı karotenoidler sentezlenmiştir.

Güneş ışınının olumlu etkisi olduğu gibi, düşük sıcaklık koşullarında, yüksek oranda aydınlatma yapıldığında da likopen oranı artırılabilir. Ancak yeşil meyve 650 W m⁻² yoğunluktaki ışığa 1.5-4 saat maruz kaldığında likopen sentezi engellenmekte, dolayısıyla özellikle erken dönemdeki yoğun güneş ışınları likopen sentezini olumsuz etkilemekte, yüksek ışık şiddeti meyveyi aşırı ısıtmakta ve dokulara hasar verebilmektedir. Işık kalitesi meyvede likopen sentezini etkilemekte olup, kırmızı ışık rengi ve yoğunluğu meyvelerdeki likopen sentezinde olumlu etkiye sahiptir ve bu etki sıcaklıktan bağımsız olarak işlev yapmaktadır. Dahası hasat edilen sarımsı yeşil domateslerde uygulanan kırmızı ışık meyvelerde 2.3 kat daha fazla likopen birikmesine neden olabilmektedir (Zhang vd., 2008).

Domates meyvelerinde ki, likopen konsantrasyonu; yetiştirme sezonuna, örtüaltı sistemlerine ve bölgeye göre de farklılık gösterebilmektedir (Garcia ve Baret, 2005). Güneş ışınlarının değişimi, sera içi sıcaklık ve meyve yükündeki değişimin domatesin antioksidan bileşenlerini

etkilediği belirlenen bir çalışmada, toplam fenoliklerin ve antioksidan aktivitenin yaz döneminde (%62) bahar dönemine (%39) göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Likopen içeriği 19 g ile 73 mg 100 g⁻¹ kuru madde arasında değişmiştir. Bu bulgular sonucunda likopen içeriğinin yaz döneminde diğer dönemlere göre %31 oranında daha düşük olduğu gözlemlenmiştir (Toor vd., 2006a). Yaz ve kış döneminde yetiştirilen salkım, kiraz, salata tipi domateslerdeki likopen miktarı, yaz aylarında açık alanda yetiştirilen bitkilerin meyvelerinde, kışın serada yetiştirilenlere göre daha yüksek olmaktadır (Zanfini vd., 2007).

4.4. Kültürel işlemler ve diğer faktörlerin etkisi

Karotenoid oluşumuna iklim, pestisit kullanımı, toprak tipi gibi faktörler de etki etmektedir (Erge, 2007). Açıkta veya sera koşullarında yetiştirilen belli bir domates çeşidinin antioksidan içeriğini kontrol edebilmek için hem çevresel faktörlerin hem de kullanılan tarım tekniklerinin etkilerinin bilinmesi gereklidir. Gübreleme veya hidroponik sistemlerde Ca, K ve Mg gübrelemesine çok dikkat edilmesi gerekmektedir. Yüksek dozdaki kalsiyum likopen miktarını azaltmakta (Paiva vd., 1998), potasyum nitrat ise kullanım dozuna bağlı olarak olumlu etki yapabilmektedir (Achilea ve Kafkafi, 2003). Bununla birlikte potasyum gübrelemesinin karotenoid sentezini etkileyebildiği ve ancak yüksek potasyum dozuna verilen tepkinin genotipe bağlı olduğu da yapılan bazı çalışmalarla ortaya konmuştur (Taber vd., 2008).

Fosfor da domates bitkisi ve meyvesinin gelişimi ve içerikleri üzerinde çok etkili elementlerden birisidir. Erken ve geç vegetasyon döneminde yetiştirilen domateslerde % 18'lik süper fosfat gübresi kullanılarak yapılan bir fosforlu gübreleme denemesinde, hem kalite ve verim, hem de organik asitler ve likopen sentezlenmesi bakımından en uygun miktarın 26.4 kg ha⁻¹ dozu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sıcaklığın çok yüksek olduğu geç dönemde likopen miktarı daha az olmuştur (Adebooye vd., 2006).

Kükürt içeren farklı gübrelerin (Amonyum-, Sodyum-, Potasyum-, Kalsiyum sülfat) domates rengine ve likopen içeriğine etkisi, nitratlı gübrelere göre daha olumlu olabilmektedir. Nitratlı gübreler bitki büyüme ve gelişimini teşvik ederken, sülfatlı gübrelemelerde meyve rengi ve likopen miktarı daha olumlu etkilenebilmekte, ancak yüksek dozdaki uygulamalar ve sodyum sülfatlı gübreleme, bitki gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Zelena vd., 2009).

Organik maddelerin kullanılmasıyla yapılan gübreleme, kimyasal azot kaynağına göre daha olumlu sonuçlar vermekte, tarım ilacı uygulaması

yapılmaksızın yapılan yetiştiricilikte de kalite parametreleri olarak pH, organik asitler, vitamin C, likopen, karoten ve tad-aroma maddeleri daha yüksek bulunmaktadır (Mercan, 2005). Buna benzer olarak kimyasal gübre, tavuk gübresi, çim-malç yoncası gibi organik gübrelerin kullanılması ile kimyasal nitrat ve amonyum karışımı (1:4 oranında) karşılaştırıldığında da domates meyvelerindeki antioksidan aktivitenin amonyum içerikli kimyasal gübre uygulamasında diğer uygulamalardan % 14 daha düşük bulunduğu belirlenmiştir (Toor vd., 2006b). Çiftlik gübresi, NPK içeren çeşitli kimyasal gübreler ve bor uygulamaları gibi bitki besleme uygulamaları domates meyvelerindeki kalite unsurları üzerinde etkili olabilmektedir. Bor gibi mikro elementler toprakta bulunmadığında meyve gelişimi ve kalitesini olumsuz etkilemekte, ancak yüksek dozlar da zararlı etkilere neden olabilmektedir. Toprakta yetersiz olması durumunda yapılacak bor uygulamasının bitki boyunu, dallanmayı ve çiçek salkımını (%12.5-20) önemli oranda artırdığı, çiçeklenme süresini ise kısalttığı, karotenoid içerikleri üzerinde olumlu etki yaptığı bilinmektedir (Jyolsna ve Mathew, 2008).

Domateste meyve kalitesi ve içerdiği maddeler üzerinde arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) kullanımı sayesinde bitkilerin su ve besin maddeleri alımının artırılmasının da etkileri olabilmektedir. AMF uygulaması yapılmış organik yetiştiricilikte β -karoten ve likopen içeriğinin arttığı literatürde yer almaktadır (Ulrichs vd., 2008). Domates meyvelerindeki likopen ve karotenoid miktarları üzerinde azaltılmış sulama uygulamasının olumlu etki yaptığını (Pernice vd., 2010), hasattan sonra depolamanın özellikle vitamin C ve diğer sekonder metabolitlerin miktarında koşullara göre azalmalara neden olduğunu (Molyneux vd., 2004) belirten çalışmalar da bulunmaktadır.

Domates meyvelerinde bulunan likopen, ısıl işlem gördüğünde yani pişme ve işleme teknolojileri sırasında meyve dokusundan çözünerek daha kolay faydalanılabilir hale gelir, dolayısıyla en iyi likopen kaynağı pişirilmiş domates ve domates ürünleridir demek yanlış olmayacaktır (Benton Jones, 2007).

4.5. İslah çalışmalarında yerel genotiplerin, yabancı türlerin ve likopen içeriğinin önemi

Domates beslenmede zengin bir antioksidan kaynağı olduğundan, domates meyvesindeki antioksidan içeriğini yükseltmek için yapılacak ıslah çalışmaları ve yetiştiricilik teknikleri büyük bir potansiyele sahip olan geniş bir çalışma alanıdır (Cox vd., 2003). Birçok ülkede domatesin antioksidan içeriğinin geliştirilmesi üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Yabancı türler

arasında *S. pimpinellifolium* ve *S. cheesmanii*, likopen, β -karoten, askorbik asit, toplam fenolikler, antioksidan aktivite bakımından *S.lycopersicon*'dan daha yoğun etkiye sahiptir (Hanson vd., 2004; Adalid vd., 2008). Yabani türlerle yapılacak melezlemelerle elde edilecek türlerarası melez bitkiler kullanılarak kalite özelliklerinin geliştirilmesi ve yeni çeşitlerin geliştirilmesi çeşit ıslahı açısından ümit vaat etmektedir.

Burruezo vd. (2005)'ı serada yetiştirilen domateslerin genelde duyusal ve besleyici özelliklerinin az olduğunu, geleneksel domates çeşitlerinin meyve kalitesinin yüksek olduğunu ve bu özelliklerinden dolayı, serada yetiştirilecek olan domates çeşitlerinin meyve kalitesini geliştirmede yerel genotiplerden faydalanmanın mümkün olabileceğini bildirmektedir. Çok sayıda yerel çeşit ve kontrol amaçlı olmak üzere iki adet ticari domates çeşidi kullanarak yaptıkları çalışmada; meyve rengi, şekli, ağırlığı, sertliği, toplam çözünbilir katı madde, titre edilebilir asit, toplam çözünbilir katı madde ve titre edilebilir asit oranı ile askorbik asit miktarı incelenmiştir. Toplam çözünbilir katı madde, titre edilebilir asit, toplam çözünbilir katı maddenin, titre edilebilir aside oranı değerlerinin, duyusal ve besleyici özelliklerinin birçok yerel çeşitte kontrol çeşitlerinden daha yüksek çıktığı, yerel materyallerin özellikle lezzet ve aroma maddeleri bakımından her zaman önemli bir kaynak olarak kullanılabilmesi vurgulanmaktadır. Ibitoye vd. (2009) ise bitki genotiplerinin değerlendirilmesi için genetik çeşitliliğin belirlenmesinin esas olduğunu, bunun aynı zamanda bitki türünün genetik iyileştirilmesi için başlangıç noktasını oluşturduğunu bildirmişlerdir. Domatesi, bütün yıl boyunca yüksek oranda tüketilen, besin ve bioaktif bileşik (başlıca likopen, askorbik asit, β -karoten) kaynağı olarak tanımlayan Adalid vd. (2010), bazı yerel domates çeşitlerinin ve bunlarla bağlantılı aksesyonların büyük bir potansiyele sahip olduğunu belirtirken, hatta bunları nutrasötik ürünler olarak adlandırmışlardır. Ancak, bu olumlu özelliklerine rağmen, modern hibrit çeşitlerin hastalıklara dayanıklı, yüksek verimli olmasından dolayı yerel çeşitlerin kaybolma tehlikesi ile karşı karşıya kaldıklarını ifade etmişlerdir. Çalışmada, kiraz domateslerin 1.5 kat fazla askorbik asit içerdiği, BGV008166 (*Solanum pimpinellifolium*) aksesyonunun likopen miktarının, ortalama likopen içeriğinden 9 kat fazla olduğu, bunların ticari çeşitlerin ortaya çıkmasında ebeveyn olarak kullanılabilmesi bildirilmiştir.

5. Sonuç

Meyve ve sebzeler, enerji, su ve mineral maddelerin en önemli kaynakları olsalar da sahip oldukları çok çeşitli metabolitler sayesinde hücreleri ve genel olarak insan vücudunu zararlı etkilere, özellikle de reaktif oksijen türlerine (ROT) karşı korumaktadır. Böylece, hastalıklara ve olumsuz koşullara karşı dayanımı artırıcı rol oynamaktadırlar. Bu ürünlerin başta gelenlerinden birisi de domatestir. Domatesin sahip olduğu çok değerli bir antioksidan olan likopen, bir yandan domatese kırmızı rengini verirken diğer yandan sağlık koruyucu görevi yapmaktadır. Karpuz ve greylift gibi başka bazı türlerde de bulunmasına rağmen en güçlü kaynak olan domatesteki likopen miktarı, çok çeşitli etkenlere göre değişmektedir. Meyvenin iri veya küçük olduğu farklı çeşitlerin likopen içerikleri farklı olduğu gibi yabancı türler bu açıdan daha zengin görünmektedir. Genotip etkisinin yanında çevresel koşullar da etkilidir. Işık, sıcaklık, toprak yapısı ve beslenme, yetiştirme koşulları, hasat zamanı yani meyvenin olgunlaşma derecesi, hasat sonrası uygulamalar ve işleme teknolojisi, tüketim şekli domatesteki likopen ve genel olarak karotenoid miktarını etkilemektedir. Bununla birlikte genotip yani kalıtsal olarak likopen miktarı fazla olan çeşitlerin geliştirilmesi ıslah açısından değer taşımakta ve son yıllarda özellikle üzerinde durulan kriterlerden birisi olarak görülmektedir. Likopen içeriği yüksek olmayan bir çeşit ne kadar iyi ve olumlu koşullarda yetiştirilse de potansiyel miktarın üzerine çıkamamaktadır. Fakat genetik olarak likopen sentezleme yeteneği yüksek olan bir çeşidin uygun şartların da sağlanması ile performansı artmaktadır. Bu nedenle ıslahçılar açısından karotenoidler ve özellikle likopen içeriği yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi hedefler arasında yer almakta, önemli bir kalite kriteri olarak öne çıkmaktadır.

Kaynaklar

- Achilea, O., & Kafkafi, U. (2003). Enhanced performance of processing tomatoes by potassium nitrate-based nutrition. *Acta Horticulturae*, 616: 81-87.
- Adalid, A.M., Rosello, S., & Nuez, F. (2008). Evaluation of main functional constituents of tomato fruits in *Solanum section Lycopersicon* germplasm. pp. 524-533, *In: Prohens. J., Badenes. M.L. (Eds), Modern Variety Breeding for Present and Future Needs. 18th EUROCARPIA general congress, Spain.*
- Adalid, A.M., Rosello, S., & Nuez, F. (2010). Evaluation and selection of tomato accessions (*Solanum section Lycopersicon*) for content of lycopene, β -carotene and ascorbic acid. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23: 613-618.

- Adams, S.R., Cockshull, K.E., & Cave, C.R.J. (2001). Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany*, 88: 869-877.
- Adams, K.C., Campbell, J.K., Zaripheh, S., Jeffery, E.H., & Erdman, J.W. (2005). The tomato as a functional food. *Journal of Nutrition*, 135: 1226-1230.
- Adebooye, O.C., Adebooye, G.O., & Eniola, H.T. (2006). Quality of fruits three varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by phosphorus rates. *Journal of Agronomy*, 5(3): 396-400.
- Aherne, S.A., Jiwan, M.A., Daly, T., & O'Brien, N.M. (2009). Geographical location has greater impact on carotenoid content and bio accessibility from tomatoes than variety. *Plant Foods Human Nutrition*, 64: 250-256.
- Akan, S., Veziroğlu, S., Özgün, Ö., & Ellialtıoğlu, Ş. (2013). Turp (*Raphanus sativus* L.) sebzesinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 23(3): 289-295.
- Anonymous. (2014a). Natural History Museum. <http://www.nhm.ac.uk>. Erişim tarihi: 1 Ekim 2014.
- Anonymous. (2014b). Agriculture Production Data. <http://faostat.fao.org>. Erişim tarihi: 1 Ekim 2014
- Arias, R., Lee, T.C., Logendra, L., & Janes, H. (2000). Correlation of lycopene measured by HPLC with L. a. b color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1697-1702.
- Barba, A.I.O., Hurtado, M.C., Mata, M.C.S., Ruiz, V.F., & Tejada, M.L.P. (2006). Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and β -carotene in vegetables. *Food Chemistry*, 95: 328-336.
- Benton Jones, J., 2007. Tomato Plant Culture: In the Field, Greenhouse, and Home Garden, Second Edition. CRC Press, 404 pp.
- Boyacıoğlu, D., (2013). Fonksiyonel gıda tanımı (Röportaj). <http://www.dilekboyacioglu.com>. Erişim tarihi: 1 Ekim 2014.
- Brandt, S., Pek, Z., Barna, E., Lugasi, A., & Helyes, L. (2006). Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 8: 568-572.
- Burruezo, A.R., Prohens, J., Rosello, S., & Nuez, F. (2005). Heirloom varieties sources of variation for the improvement of fruit quality in greenhouse-grown Tomatoes. *Journal of Horticulture Science & Biotechnology*, 80(4): 453-460.
- Cox, S.E., Stushnoff, C., & Sampson, D.A. (2003). Relationship of fruit color and light exposure to lycopene content and antioxidant properties of tomato. *Canadian Journal of Plant Science*, 83: 913-919.
- Cunnigham, F.X., Jr, Sun, Z., Chamovitz, D., Hirschberg, L., & Gantt, E. (1994). Molecular structure and enzymatic function of lycopene cyclase from cyanobacterium *Synechococcus* sp. strain PCC7942. *Plant Cell*, 6: 1107-1121.
- Dar, A.R., & Sharma, J.P. (2011). Genetic variability studies of yield and quality traits in tomato. *International Journal of Plant Breeding and Genetics*, 5(2): 168-174.

- Dorais, M., Gosselin, A., & Papadopoulos, A.P. (2001). Greenhouse tomato fruit quality. *Horticultural Reviews*, 26: 239-306.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G., & Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 369-382.
- Erge, H.S. (2007). Domateste (*Lycopersicum esculentum*) karotenoid madde dağılımı ve antioksidan aktivite. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Fraser, P.D., Enfissi, M.A.E., & Bramley, P.M. (2009). Genetic engineering of carotenoid formation in tomato fruit and the potential application of systems and synthetic biology approaches. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 483: 196-204.
- Gann, P.H., Ma, J., Ciovannucci, E., Willett, W., Sacks, F.M., Hennekens, C.H., & Stampfer, M.J. (1999). Lower prostate cancer risk in man with elevated plasma lycopene levels: results of a prospective analysis. *Cancer Research*, 59: 1225-1230.
- Garcia, E.M., & Barret, D. (2005). Assessing lycopene content in California processing tomatoes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 30: 56-70.
- Gautier, H., Rocci, A., Buret, M., Grasselly, D., Dumas, Y., & Causse, M. (2005). Effect of photoselective filters on the physical and chemical traits of vine-ripened tomato fruits. *Canadian Journal of Plant Science*, 85: 439-446.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D.S., & Kapoor, H.C. (2004). Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry*, 84: 45-51.
- Giovanelli, G., Lavelli, V., Peri, C., & Nobili, S. (1999). Variation in antioxidant components of tomato during vine and post-harvest ripening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79: 1583-1588.
- Gomez, R., Costa, J., Amo, M., Alvarruiz, A., Picazo, M., & Pardo, J.E. (20019). Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in SE Spain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81: 1105-1105.
- Gould, W.A. (1983). *Tomato Production, Processing and Quality Evaluation*. Avi. Pub. Co., Westport, CO., 445.
- Hanson, P.M., Yang, R., Wu, J., Chen, J., Ledesma, D., Tsou, S.C.S., & Lee, T.C. (2004). Variation for antioxidant activity and antioxidants in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 129(5): 704-711.
- Hedges, L.J., & Lister, C.E. (2005). Nutritional attributes of tomatoes. Crop & Food Research Confidential Report No, 1391. New Zealand Institute for Crop & Food Research Limited Private Bag 4704, Christchurch, New Zealand.
- Helyes, L., Pék, Z., & Lugasi, A. (2006). Tomato fruit quality and content depend on stage of maturity. *Hort Science*, 41(6): 1400-1401.
- Hounsome, N., Hounsome, B., Tomos, D., & Jones, G.E. (2008). Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. *Journal of Food Science*, 73(4): 48-65.
- Huguene, P., Badillo, A., Chen, H.C., Klein, A., Hirschberg, J., Camara, B., & Kuntz, M. (1995) Metabolism of cyclic carotenoids: a model for the alteration of this biosynthetic pathway in *Capsicum annum* chromoplasts. *Plant Journal*, 8: 417-424.

- Ibitoye, D.O., Idowu, P.E.A., & Ademoyegun, O.T. (2009). Agronomic and lycopene evaluation in tomato (*Lycopersicon lycopersicum* Mill.) as a function of genotype. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5: 892-895.
- Ilahy, R., Hdidar, C., Lenucci M.S., Tlili, I., & Dalessandro, G. (2011). Antioxidant activity and bioactive compound changes during fruit ripening of high lycopene tomato cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 24: 588-595.
- Inbaraj, B.S., & Chen, B.H. (2008). Carotenoids in Tomato Plants. pp. 133-164. *In: Preedyand, V.R. Watson, R.R. (Eds), Tomatoes and Tomato Products- Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties*. Science Publishers, USA.
- Jyolsna, V.K., & Mathew, U. (2008). Boron nutrition of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) grown in the laterite soils of Southern Kerala. *Journal of Tropical Agriculture*, 46(1-2): 73-75.
- Kopsell, D.A., Kopsell, D.E. (2006). Accumulation and bioavailability of dietary carotenoids in vegetable crops. *Trends Plant Science*, 11: 499-507.
- Kozukue, N., & Friedman, M. (2003). Tomatine, chlorophyll, β -carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 83: 195-200.
- Kök, D. (2011). Deneysel diyabet oluşturulan ratların böbrek dokusu oksidan ve antioksidan durumu üzerine likopenin etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Krinsky, N.I., & Johnson, E.J. (2005). Carotenoid actions and their relation to health and disease. *Molecular Aspects o Medicine*, 26: 459-516.
- Kuti, J.O., & Konuru, H.B. (2005). Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85: 2021-2026.
- Lenucci, M.S., Cadinu, D., Taurino, M., Piro, G., & Dalessandro, G. (2006). Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54: 2606-2613.
- Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F., & Fogliano, V. (2000). Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 4723-4727.
- Lopez, J., Ruiz, R.M., Ballesteros, R., Ciruelos, A., & Ortiz, R. (2000). Color and Lycopene Content of Several Commercial Tomato Varieties at Different Harvesting Dates, VII. *International Symposium on the Processing Tomato*, June, 243-247.
- Martínez-Valverde, I., Periago, M.J., Provan, G., & Chesson, A. (2002). Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82: 323-330.
- Mercan, T. (2005). Organik gübreleme yapılarak tarım ilacı kullanmadan ve klasik yöntem uygulanarak üretilen domatesler ile bunlardan elde edilen bazı ürünlerin kalitelerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

- Meredith, F.I., & Purcell, A.E. (1966). Changes in the concentration of carotenes of ripening homestead tomatoes. *American Society for Horticultural Science*, 89, 544-548.
- Miller, N.J., Sampson, J., Candeias, L.P., Bramley, P.M., & Rice-Evans, C.A. (1996). Antioxidant activities of carotenes and xanthophylls. *FEBS Letters*, 384(3): 240-246.
- Molyneux, S.L., Lister, C.E., & Savage, G.P. (2004). An investigation of the antioxidant properties and colour of glasshouse grown tomatoes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 55(7): 537-545.
- Moreno, C.S., Ancos, B., Plaza, L., Martinez, P.E., & Cano, M.P. (2008). Nutritional characterization of tomato juices. *In: Tomato and Tomato Products- Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties*. Preedy, V.R. Watson, R.R. (Eds), Sciece Publisher, 664, U.S.A.
- Oğuz, A., Gözen, V., Kabaş, A., Zengin, S., Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş. (2014). Determination of relationship between some Turkish local tomato genotypes by using phenotypic characterization. *Derim*, 31(1), 25-34. doi:http://dx.doi.org/10.16882/derim.2014.96193
- Omoni, A.O., & Aluko, R.E. (2005). The anti-carcinogenic and anti-atherogenic effects of lycopene a review. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 344-350.
- Paiva, E.A.S., Sampaio, R.A., & Martinez, H.E.P. (1998). Composition and quality of tomato fruit cultivated in nutrient solutions containing different calcium concentrations. *Journal of Plant Nutrition*, 21(12): 2353-2661.
- Pek, Z., Helyes, L., & Lugasi, A. (2010). Color changes and antioxidant content of vine and postharvest ripened tomato fruits. *Hort Science*, 45(3): 466-468.
- Peralta, I.E., & Spooner, D.M. (2005). Morphological characterization and relationships of wild tomatoes. (*Solanum* L. section *Lycopersicon*). *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 104: 227-257.
- Periago, M.J., Alonso, J.G., Jacob, K., Olivares, A.B., Bernal, M.J., Iniesta, M.D., Martinez, C., & Ros, G. (2009). Bioactive compounds. folates and antioxidant properties of tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) during vine ripening. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(8): 694-708.
- Pernice, R., Parisi, M., Giordano, I., Pentangelo, A., Graziani, G., Gallo, M., Fogliano, V., & Ritieni, A. (2010). Antioxidants profile of small tomato fruits: Effect of irrigation and industrial process. *Scientia Horticulturae*, 126, 156-163.
- Petro-Turza, M. (1987). Flavor of tomato and tomato products. *Food Review International*, 2 (3): 309-351.
- Radzevičius, A., Karklelienė, R., Viškelis, P., Bobinas, C., Bobinaitė, R., & Sakalauskienė, S. (2009). Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruit quality and physiological parameters at different ripening stages of; Lithuanian cultivars. *Agronomy Research*, 7(Special issue II): 712-718.
- Raffo, A., Leonardi, C., Fogliano, V., Ambrosino, P., Salucci, M., Gennaro, L., Bugianesi, R., Giuffrida, F., & Quaglia, G. (2002). Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 6550-6556.

- Rao, A.V. Waseem, Z., & Agarwal, S. (1998). Lycopene content of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. *Food Research International*, 31(10): 737-741.
- Rao, A.V., & Rao, L.G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55, 207-216.
- Rick C.M. (1973). Potential genetic resources in tomato species: Clues from observation in native habitats. *Basic Life Sciences*, 2: 255-269. New York
- Rick, C.M., & Holle. M. (1990). Andean *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*: Genetic variation and its evolutionary significance. *Economic Botany*, 44(3): 69-78.
- Rosati, C., Aquilani, R., Dharmapuri, S., Pallara, P., Marusic C., Tavazza, R., Bouvier F., Camara, B., & Giuliano, G. (2000). Metabolic engineering of beta-carotene and lycopene content in tomato fruit. *The Plant Journal*, 24(3): 413-419.
- Roselló, S., Diéz, M.J., & Nuez, F. (1996). Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. I. The tomato spotted wilt virus- a review. *Scientia Horticulturae*, 67: 117-150.
- Sacks, E.J., & Francis, D.M. (2001). Genetic and environmental variation for tomato flesh color in a population of modern breeding Lines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(2): 221-226.
- Simpson, K.L. (1985). Chemical changes in natural food pigments. pp. 409-443. In: Richardson, T. and Finley, J.W. (Eds), *Chemical Changes in Food During Processing*, New York.
- Slimestad, R., & Verheul, M.J. (2005). Seasonal variations in the level of plant constituents in greenhouse production of cherry tomatoes. *Journal Agriculture Food Chem.*, 53: 3114-3119.
- Stahl, W., & Sies, H. (2003). Antioxidant Activity of Carotenoids. *Molecular Aspects of Medicine*, 24: 345-351.
- Stewart, W.M. (2001). Crop nutrition and functional foods. A regional newsletter published by the Potash & Phosphate Institute (PPI) Canada.
- Şeniz. V. (1992). Domates Biber ve Patlıcan Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, 174, İstanbul.
- Taber, H., Perkins, V.P., Li, S., White, W., Rodermel, S., & Xu, Y. (2008). Enhancement of tomato fruit lycopene by potassium is cultivar dependent. *Hortscience*, 43(1): 159-165.
- Taylor, J. B. (1986). Biosystematic of the Tomato. In: *The tomato crop: A scientific basis for improvement*. Atherton, J.G. and Rudich, J. (Eds.), Chapman and Hall, 1-34, London.
- Thompson, K.A., Marshall, M.R. Sims, C.A., Wei, C.I., Sargent, S.A., & Scott, J.W. (2000). Cultivar, maturity and heat treatment on lycopene content in tomatoes. *Journal of Food Science*, 65(5): 791-795.
- Toor, R.K., & Savage, G.P. (2005). Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International*, 38: 487-494.
- Toor, R.K., Lister, C.E., & Savage, G.P. (2005). Antioxidant activities of New Zealand grown tomatoes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(8): 597-605.

- Toor, R.K., Savage, G.P., & Lister, C.E. (2006a). Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 1-10.
- Toor, R.K., Savage, G.P., & Heeb, A. (2006b). Influence of different types of fertilisers on the major antioxidant components of tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 20-27.
- Ulrichs, C., Fischer, G., Büttner, C., & Mewis, I. (2008). Comparison of lycopene, B-carotene and phenolic contents of tomato using conventional and ecological horticultural practices and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). *Agronomia Colombiana*, 26(1): 40-46.
- Veazie, P.P., Roberts, W., & Collins, J.K. (2006). Lycopene content among organically produced tomatoes. *Journal of Vegetable Science*, 12(4): 93-106.
- Venter, F. (1977). Solar radiation and vitamin C content of tomato fruits. *Acta Horticulturae*, 58: 121-127.
- Walia, S., Singh, M., Kaur, C., Kumar, R., & Joshi, S. (2010). Antioxidant composition of red and orange cultivars of tomatoes (*Solanum lycopersicon* L) a comparative evaluation. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*, 19(1): 95-97.
- West, K.P., Jr, Katz, J., & Khattry, S.K. (1999) Double blind, cluster randomised trial of low dose supplementation with vitamin A or beta carotene on mortality related to pregnancy in Nepal. *British Medical Journal*, 318: 570-575.
- Wold, A.B., Rosenfeld, H.J., Holte, K., Baugerod, H., Blomhoff, R., & Haffner, K. (2004). Colour of post-harvest ripened and vine ripened tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as related to total antioxidant capacity and chemical composition. *International Journal of Food Science and Technology*, 39: 295-302.
- Yilmaz, E. (2001). The Chemistry of Fresh Tomato Flavor. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25: 149-155
- Zanfini, A., Dreassi, E., La Rosa, C., D'Addario, C., & Corti, P. (2007). Quantitative variations of the main carotenoids in Italian tomatoes in relation to geographic location, harvest time, varieties and ripening stage. *Italian Journal of Food Science*, 19(2): 181-190.
- Zelená, E., Holasová, M., Zeleni, F., Fiedlerová, V., Novotná, P., Landfeld, A., & Houška, M. (2009). Effect of sulphur fertilisation on lycopene content and colour of tomato fruits. *Czech Journal of Food Science*, 27: 80.
- Zhang, T., Shi, J., Wang, Y., & Xue, S.J. (2008). Cultivar and agricultural management only lycopene and vitamin C contents in tomato fruits. pp. 664. In: Predy, V.R. Watson, R.R. (Eds), *Tomato and Tomato Products-Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties*. Sciece Publisher. U.S.A.