

Farklı Ekolojik Koşullarda Yetiştirilen Yerel Sırik Domateslerde Likopen Miktarlarındaki Değişimin İncelenmesi

Kenan Sönmez^{1*} Ş. Şebnem Ellialtıoğlu² Asu Oğuz³

¹Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Eskişehir

²Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

³Antalya Zirai Karantina Müdürlüğü, Antalya

*Sorumlu yazar:

E-posta:ksonmez@ogu.edu.tr

Geliş Tarihi: 18 Aralık 2015

Kabul Tarihi: 08 Şubat 2016

Özet

Sebzeler, insan beslenmesinin önemli bir parçasıdır. İçerdikleri vitaminler, antioksidanlar ve kolesterol düşürücü bileşikler birçok hastalığa karşı alternatif çözüm olarak sunulmaktadır. Bu bileşikler arasında “likopen” hem domatese kırmızı rengi vermekte hem de antioksidan olarak ön plana çıkmaktadır. Likopen, domatesin yanı sıra guava, greyfurt ve kapuzda da yüksek miktarda bulunmakta ancak yıl içinde domates ve buna ait ürünlerin tüketimi göz önüne alındığında; domates oldukça önemli bir likopen kaynağı olarak görülmektedir. Domates ıslah programlarında, yüksek verim ve hastalık dayanımının yanında yüksek likopen içeriği son zamanlarda önemli hedefler içinde yer almaktadır. Likopen miktarı bitkinin genotipine, yetiştirildiği çevre koşullarına ve uygulanan kültürel işlemlere bağlı olarak değişim gösterebilmekte ve ıslah çalışmalarında yerel genotiplerin önemi bu aşamada bir kez daha ortaya çıkmaktadır. Bu çalışma 2011 ve 2012 yıllarında Eskişehir ve Bilecik olmak üzere iki farklı lokasyonda yürütülmüştür. Çalışmada 29 farklı lokasyondan 38 yerel genotipine ait olgunlaşmış meyvelerde likopen miktarı tespit edilmiştir. Likopen miktarı ölçümünde azaltılmış hekzan yöntemi kullanılmış ve okumalar spektrofotometre ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre; yerel genotiplere ait ortalama likopen değeri 2011 yılında Eskişehir’de 62.02 ± 20.00 mg kg⁻¹ iken Bilecik’te 53.59 ± 11.23 mg kg⁻¹; 2012 yılında ise Eskişehir’de 54.53 ± 20.82 mg kg⁻¹ iken Bilecik’te 44.99 ± 18.98 mg kg⁻¹ olarak tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, yerel genotiplerin yetiştirildiği lokasyonlar ve yıllar arasında likopen miktarı açısından farklılıklar tespit edilmiş ve yapılan istatistik analiz sonucunda $P \leq 0.05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre, lokasyon olarak seçilen Bilecik bölgesinin mikroklima etkisine sahip olmasından kaynaklanan ‘yetiştirme dönemindeki ortalama sıcaklık değerlerinin’ daha yüksek seyretmesi, likopen oranını olumsuz etkilemiş görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Solanum lycopersicum* L., yerel genotip, ekoloji, lokasyon, gen kaynağı

Analysis of the Change in Lycopene Content in Local Indeterminate Tomatoes Grown Under Different Ecological Conditions

Abstract

Vegetables are an important source of nutrition for humans, and the vitamins, antioxidants and cholesterol-reducing compounds they contain are presented as an alternative solution against many illnesses. Among these compounds, “lycopene” not only gives the tomato its red colour, but also contains antioxidant properties. Aside from the tomato, lycopene is also present in high amounts in guava, grapefruit and watermelon, however, the annual consumption of the tomato and its products make it a highly significant source of lycopene. In recent tomato breeding programmes, high lycopene content has emerged as a primary goal, as well as high yield and resistance to disease. Lycopene content can vary according to the genotype and the environment in which it is grown, with genotype being particularly significant in the manner of cultivation. This study was carried out between 2011 and 2012 in two different provinces of Turkey, namely Eskişehir and Bilecik. In the study, the morphological characteristics of 38 local genotypes from 29 different locations were taken of lycopene contents. The reduced hexane method was used for the detection of lycopene content, with the readings taken using a spectrophotometer. According to the obtained data, the mean lycopene content of the local genotypes were 62.02 ± 20.00 mg kg⁻¹ in Eskişehir and 53.59 ± 11.23 mg kg⁻¹ in Bilecik in 2011, compared to 54.53 ± 20.82 mg kg⁻¹ in Eskişehir and 44.99 ± 18.98 mg kg⁻¹ in Bilecik in 2012. At the end of the study, differences in lycopene content were detected between the locations of local genotypes and the years, and a statistical analysis revealed that these differences were significant at a $P < 0.05$ level. From this it could be understood that the high “mean temperatures during the growth period” in the microclimatic Bilecik province, one of the selected locations, had a detrimental effect on lycopene content.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., local genotypes, morphological characterization, ecology, location, gene resources

GİRİŞ

Birçok bitki türünün anavatanı olan Anadolu toprakları, kültüre alınmış ve tüm dünyada ekonomik öneme sahip çoğu sebze türünün de yetiştirme alanı olarak stratejik bir önem taşımaktadır. Dünyada 4.725.417 ha alanda 163.963.770 ton üretimi yapılan domates, bu stratejik ürünler içerisinde yer almaktadır. Ülkemiz, domates yetiştiriciliği bakımından 311.000 ha alanda 11.820.000 ton’luk üretim değeriyle Çin, Hindistan ve ABD’den sonra 4. sırada yer almaktadır [3].

Domates değişik iklimsel koşullar altında yetiştirilebilir. Düşük nem, deniz seviyesinden yüksek ve yüksek ışık şiddetinin olduğu yerler en uygun bölgelerdir. Yüksekliğin 500-900 m olduğu bölgelerde bütün yıl boyunca

yetiştirilebilir. Kış koşullarında yüksekliğin 300 m den aşağı, yazın ise 1200 m’den yüksek olan bölgelerin daha uygun olduğu bildirilmiştir [10].

Likopen meyvenin kırmızı renginden sorumlu ana karotenoiddir ve biyosentezi çevre koşullarından önemli düzeyde etkilenmektedir. Mevsimsel farklılıklar ve ışık yoğunluğu likopen miktarına önemli düzeyde etki etmektedir [11, 14, 19, 22]. Bitki üzerine gelen doğrudan güneş ışın miktarı ~ 2990 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olduğunda, ışına maruz kalma süresine bağlı olarak meyveler için zararlanma başlamaktadır [1, 5].

Sıcaklık ve fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değerleri, likopen içeriği üzerine oldukça etkilidir. Yüksek sıcaklıkların olduğu döneme rastlayan hasat tarihlerinde

elde edilen meyvelerdeki likopen oranları daha düşük olmakta, sıcaklık 12 °C'nin altına düştüğü anda da domates meyvelerinde kuvvetli bir biçimde likopen biyosentezi azalmakta, sıcaklığın 32 °C'nin üzerine çıktığı zaman ise tamamen durmaktadır. Domateste gündüz 20-24 °C, gece 18 °C civarındaki sıcaklıklar likopenin oluşumu için idealdir [5].

Işıklanma da karotenoid miktarını bitkilerde etkilemektedir. Bunlardan başka Erge [9]'nin de belirttiği gibi karotenoid oluşumuna iklim, pestisit kullanımı, toprak tipi gibi faktörler de etki etmektedir [21].

Bitki üzerine gelen yoğun güneş ışımı, suda çözünür şeker; pigmentler (likopen) ve meyvede biriktirecek foto asimilatları etkileyebilmektedir. Düşük ışık yoğunlukları düzensiz renk oluşumuna neden olmaktadır. Meyve olgunlaşırken karotenoid oluşumunda ışık gerekmemesine rağmen gölgelenen meyvelerde karotenoid içeriği de düşük olmaktadır [20].

Yeşil dönemdeki gelişimine devam etmekte olan domates meyveleri üzerinde farklı dalga boyundaki ışınların etkileri de farklı olmaktadır. Kıızılötesi ışık (700-1100 nm) C vitamini ve çözünür şekerler sentezlenmesinde önemli iken, fotosentetik ışık β -karoten, likopen ve kırmızı renk oluşumu üzerine etkilidir. Mavi ışık (400 nm) miktarının fazla olması, likopen ve β -karoten içeriğini artırıcı etki yapmaktadır [12].

Güneş ışığı yoğunluğu ile meyvenin yüzey sıcaklığı arasındaki pozitif ve kuvvetli korelasyon, domatesteki likopen miktarı ile yüzey sıcaklığı arasında ortaya çıkan negatif ve kuvvetli korelasyona neden olmaktadır. Artan güneş ışını ile yüksek sıcaklık, düşük likopen içeriğine yol açmaktadır [13].

Uygun sıcaklık koşullarında, yapay ışıklandırma yapmak suretiyle domates bitkisinin meyve olgunlaşma döneminde karotenoid sentezi artırılabilir. Karotenoid sentezinde kırmızı ışığın, beyaz veya yeşil ışıktan daha fazla olumlu etkisi olmaktadır, ancak 680 nm den daha yüksek dalga boyuna sahip kırmızı ışığın fitokroma bağlı olarak karotenoid oluşumu üzerine olumsuz etkisinin olduğu bilinmektedir [14].

Güneş ışınının olumlu etkisi olduğu gibi, düşük sıcaklık koşullarında, yüksek oranda aydınlatma yapıldığında da likopen oranı artmaktadır. 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 [23].

Bu çalışma ile mevcut yerel sırik domates genotiplerinin konum olarak birbirine oldukça yakın, ancak iklimsel olarak oldukça farklı mikroklimalar barındıran iki lokasyondaki (Eskişehir ve Bilecik-Söğüt) likopen değişimlerini belirlemek amaçlanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal

Çalışmada bitkisel materyal olarak kullanılan yöresel domates popülasyonlarına ait tohumlar, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'nden sağlanmıştır. Domates materyallerine ait kimlik bilgileri Çizelge 1'de verilmiştir. Materyal genotiplere ait bitkiler Ege Geçit Kuşağı Bölgesinde iki farklı lokasyonda yetiştirilmiştir. Bu yerlerden ilki, Eskişehir ili Merkez'de, Kırmızıtoprak (Enlem K 39°45'32", Boylam D 30°29'11" h=802 m) mevkiinde yer alan bir çiftçi bahçesidir. Diğeri ise yörede mikroklima etkisine sahip olarak bilinen, Bilecik ili Söğüt ilçesi Borçak

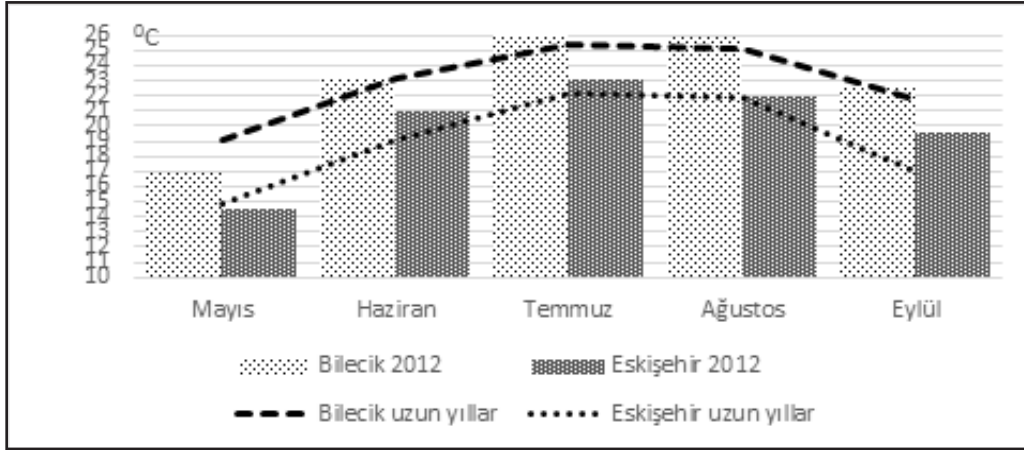
köyünde bulunan (Enlem K 40°45", Boylam D 30°45'32" h=300 m) Dikmen Fide A.Ş.'ne ait uygulama bahçesidir. Her iki lokasyonda da 2011 ve 2012 yıllarında genotipler yetiştirilmiş, gözlem ve kayıtlar alınmış, örneklerde analizler yapılmıştır.

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan domates genotiplerine ait kimlik bilgileri

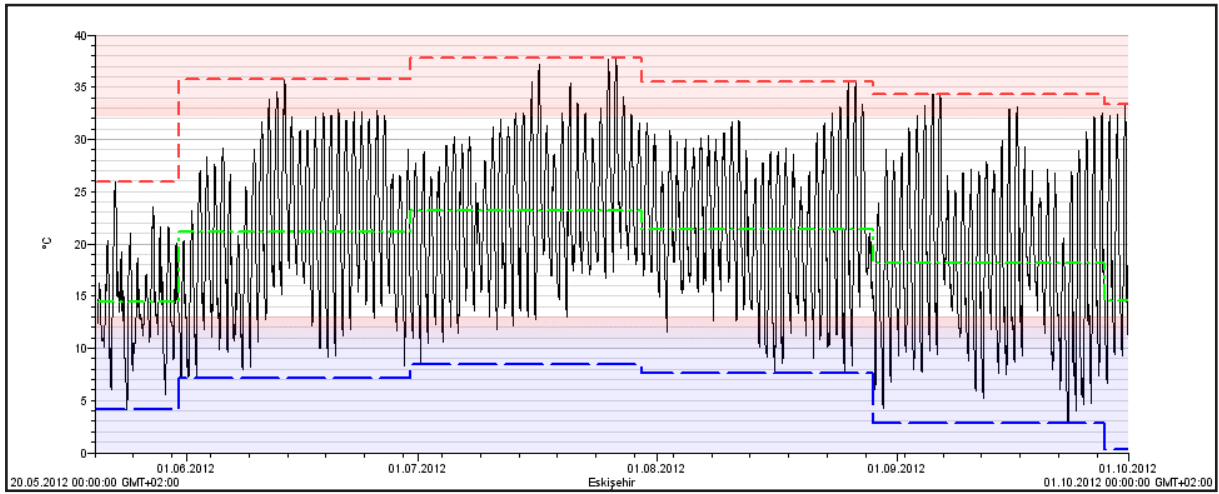
Orijin	Gen Bankası ID	Orijin	Gen Bankası ID
Antalya	TR 69155	Kırşehir	TR 69806
Antalya	TR 69156	Yozgat	TR 71370
Antalya	TR 69160	Yozgat	TR 71376
Mersin	TR 72513	Kayseri	TR 71389
Burdur	TR 68519	Nevşehir	TR 71398
Isparta	TR 68520	Sinop	TR 37129
Isparta	TR 68525	Trabzon	TR 55711
Adana	TR 72501	Amasya	TR 70704
Hatay	TR 72494	Kastamonu	TR 70739
Muğla	TR 61697	Van	TR 40478
Muğla	TR 61752	Van	TR 40507
Muğla	TR 61746	Erzincan	TR 52128
Muğla	TR 61689	Kars	TR 52361
İzmir	TR 63233	Erzurum	TR 52463
Kütahya	TR 64126	Şanlıurfa	TR 47865
Denizli	TR 61921	Mardin	TR 40361
Bursa	TR 66062	Diyarbakır	TR 40395
İstanbul	TR 43484	Siirt	TR 40464
Ankara	TR 69796	Alsancak	Yüksel Tohum

Yetiştiricilik yapılan lokasyonların iklim özellikleri

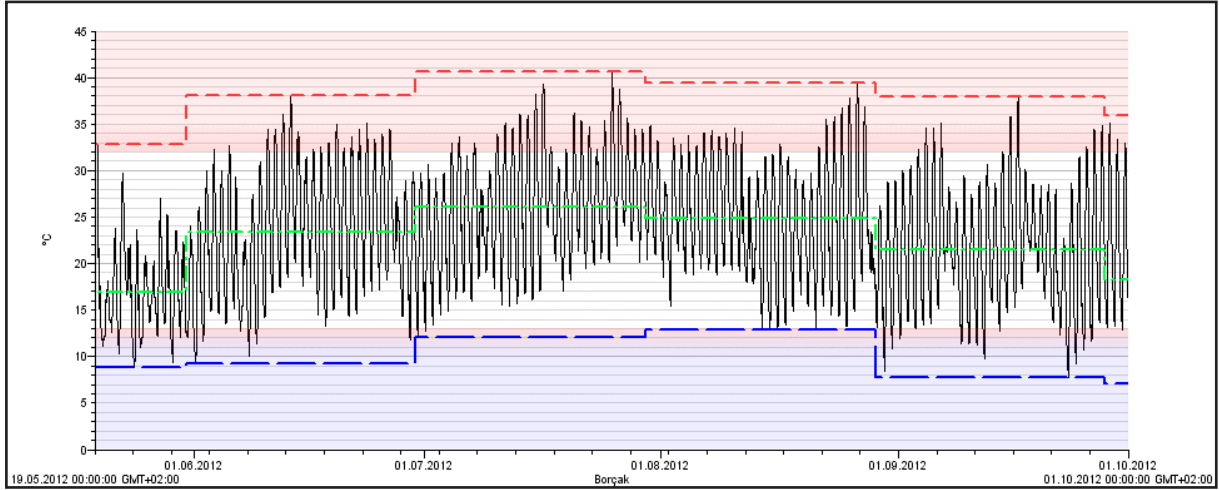
İki yıl boyunca vegetasyon dönemlerinde domates yetiştiriciliği yapılan iki lokasyona ait uzun yıllar sıcaklık verileri Eskişehir Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bununla birlikte, bitkiler tarafından aktif olarak kullanılan ve fotosentezin yanı sıra diğer renk maddelerinin de oluşumunda etkisi bulunan 400–700 nm dalga boyundaki fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değerlerinin ölçümü kurumsal olarak kayıt altına alınmadığı için, uzun yıllar verileri elde edilememiştir. Denemenin ikinci yılında iklim verilerini kaydedici cihaz yardımıyla deneme alanlarında ölçümler daha detaylı bir şekilde kaydedilebilmiştir. Tarafımızca ölçülerek elde edilen ve resmi kurumlardan temin edilen iklimsel veriler, yetiştiriciliğin yapıldığı iki bölgeye göre düzenlenmiş ve grafik haline getirilerek Şekil 1'de sunulmuştur. Sıcaklık değerleri 30'ar dakika aralıklarla vejetasyon süresince kaydedilerek elde edilmiştir (Şekil 2, 3). Eskişehir bölgesinde vejetasyon süresince aylık ortalama fotosentetik aktif radyasyon değerleri (Çizelge 2) Mayıs 500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Haziran 750 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Temmuz 730 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Ağustos 610 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Eylül 520 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür. Bilecik bölgesinde vejetasyon süresince aylık ortalama fotosentetik aktif radyasyon değerleri ise Mayıs 500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Haziran 750 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Temmuz 730 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, Ağustos 610 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ Eylül ayında 510 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Ölçü birimi Taiz ve Zeiger [18] tarafından da tanımlanan ve cihaz tarafından ölçülen $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ cinsinden verilmiştir.



Şekil 1. Eskişehir ve Bilecik lokasyonlarında uzun yıllar ve 2012 yılı ortalama sıcaklık değerleri



Şekil 2. 2012 yılı Eskişehir lokasyonunda vejetasyon süresince minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri



Şekil 3. 2012 yılı Bilecik lokasyonunda, vejetasyon süresince minimum, ortalama ve maksimum sıcaklık değerleri

Çizelge 2. 2012 yılı Eskişehir ve Bilecik lokasyonunda, vejetasyon süresince ortalama fotosentetik aktif radyasyon (PAR) değerleri

$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül
Eskişehir	500	750	730	610	520
Bilecik	500	750	730	610	510

Deneme alanlarının toprak özellikleri

İki yıl boyunca vejetasyon dönemlerinde domates yetiştirilen deneme alanlarında, dikim yapılmadan önce, 0-30 cm derinlikten toprak örnekleri deneme parseline temsil

edecek 6 farklı noktadan alınmıştır [2]. Alınan örneğin analizi sonucuna bağlı olarak (Çizelge 3) domates yetiştiriciliğine uygun gübreleme programı dâhilinde damla sulama sistemi ile bitki besin maddeleri uygulanmıştır [17].

Çizelge 3. Eskişehir ve Bilecik deneme alanlarına ait toprak analiz sonuçları

Toprak Özellikleri	Miktar	Eskişehir		Bilecik	
		Analiz Sonucu	Değerlendirme	Analiz Sonucu	Değerlendirme
pH	-	7.8	Hafif Alkali	7.8	Hafif Alkali
Kireç	%	7.8	Orta Kireçli	2.4	Az Kireçli
Tuz	%	0.032	Tuzsuz	0.026	Tuzsuz
Doygunluk	%	66	Bünye: Killi Tın	41	Bünye: Tınlı
Org. Mad.	%	1.7	Az	0.5	Çok Az
Toplam N	%	0.180	Çok iyi	0.052	Çok az
Alınabilir P	kg P ₂ O ₅ /da	51.1	Fazla	2.3	Az
Alınabilir K	kg K ₂ O /da	115.1	Fazla	9.4	Az
Alınabilir Ca	kg CaO /da	1668.8	Fazla	682.5	Yeterli
Alınabilir Mg	kg MgO /da	414.8	Fazla	19.6	Az
Alınabilir Fe	ppm	2.51	Yeterli	2.21	Az
Alınabilir Mn	ppm	2.43	Yeterli	3.14	Yeterli
Alınabilir Zn	ppm	1.85	Fazla	0.13	Az
Alınabilir Cu	ppm	2.45	Yeterli	0.08	Az

Bitkisel materyalin yetiştirilmesi

Domates tohumları, ilkbahar dönemi yetiştiriciliğine uygun olarak 01.04.2012 tarihinde her birinden 30'ar adet bitki elde edilecek şekilde toplamda 40'ar adet (iki bölgede ayrı ayrı 15 adet dikilmek üzere) içerisinde 1:1 oranında perlit-torf karışımı bulunan 320 gözlü viyollere ekilmiştir. Tohum çimlenmelerinin görülmesinden sonra yetiştirme seralarına alınan fideler açık arazide iklim şartları uygun oluncaya kadar bakımları yapılmıştır. Bir önceki yıl sonbaharında traktör ile derin sürülerek (30-35 cm) bırakılan deneme alanı ertesi yıl ilkbaharda daha yüzeysel olarak (20 cm) olarak el rotovatorü ile işlenmiştir. Genotipler 70X40 aralık mesafe bırakılarak, her iki bölgede de aynı tarihte arazideki yerlerine dikilmiştir. Dikim tarihi olarak, Eskişehir bölgesinde ilkbahar geç donlarının son bulunduğu 15 Mayıs tarihi esas alınmıştır. Fidelerin gelişme dönemine bağlı olarak bakım için gerekli kültürel işlemler gerçekleştirilmiştir.

Likopen analizi

Meyvelerdeki likopen miktarını belirleyebilmek amacıyla öncelikle temel olarak, etkin madde olan likopenin, polar organik solventler yardımıyla dokudan serbest bırakılması sağlanmıştır. Serbest kalan likopen, polar olmayan bir solventle (hekzan) ekstrakte edildikten sonra hekzan ekstraktın absorbanı 503 nm dalga boyunda Analitik Jena Specord 200 spektrofotometrede okunmuştur. Absorbans değeri (A₅₀₃), alınan örneğin ağırlığı ve likopenin molar ekstinksiyon katsayısı (E) dikkate alınarak, $\mu\text{g}=(A_{503} \cdot 31,3)/(\text{örnek,g})$ formülü ile hesaplama yapılmış ve örnekteki likopen miktarı mikrogram cinsinden belirlenmiştir [4, 6, 7].

Eskişehir ve Bilecik lokasyonlarında yetiştirilen domates genotiplerine ait verilerin varyans analizi, duncan sınıflandırması SPSS Statistics 20 paket programı kullanılarak yapılmıştır [8, 15].

Değerlendirmede lokasyonlardaki genotiplere ait iki yıllık veriler birleştirilerek (Çizelge 5) Varyans Analiz

Tabloları elde edilmiş (Çizelge 4), ortalamalar Duncan analizine tabi tutularak değerlendirilmiş ve harf değerleri belirlenmiştir.

Çizelge 4. Varyans analiz sonuçları

Varyans Kaynağı	Eskişehir	Bilecik
Genotip	**	**
Lokasyon	**	
Lokasyon X Genotip	**	
** : P≤0.01 olasılık düzeyinde istatistiksel olarak farklılıklar önemlidir.		

BULGULAR ve SONUÇ

Ortalama likopen değeri 2011 yılında Eskişehir'de 62.02±20.00 mg kg⁻¹ iken Bilecik'te 53.59±11.23 mg kg⁻¹; 2012 yılında ise Eskişehir'de 54.53±20,82 mg kg⁻¹ iken Bilecik'te 44.99±18.98 mg kg⁻¹ olmuştur. Deneme yapılan lokasyonlardan elde edilen çeşitlere ait iki yıllık genel verilerin ortalaması Eskişehir'de 53.8±20.7 mg kg⁻¹, Bilecik'te ise 49.3±14.4 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. Lokasyonlarda yetiştirilen genotiplere ait iki yıllık veriler birleştirilerek değerlendirildiğinde (Çizelge 4) Eskişehir'de en yüksek likopen değeri TR 72501 (95.6±4.2 mg kg⁻¹), en düşük TR 69796 (31.5±5.9 mg kg⁻¹) genotiplerinden; Bilecik'te en yüksek TR 69155 (74.9±10.7 mg kg⁻¹), en düşük TR 55711 (27.8±7.2 mg kg⁻¹) kod numaralı genotiplerden elde edilmiştir.

Çalışma sonucunda aynı genotiplerin farklı lokasyonlarda değişik likopen miktarlarına sahip olduğu belirlenmiştir. Likopen miktarı büyük oranda genotipe bağlı olsa da, çevre faktörlerinden özellikle sıcaklıktan etkilendiği birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir. İklimsel olarak uzun yıllar verilerine bakıldığında (Şekil 1) Bilecik-Söğüt mikroiklimasının aylık ortalama sıcaklık bakımından

Eskişehir'e göre 3-4 °C daha yüksek değerlere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Bilecik'te meyve olgunlaşma döneminde (Ağustos-Eylül) likopen sentezinin yavaşlayarak durduğu 32 °C ve üzeri sıcaklıklar oldukça yoğun olduğu (Şekil 3), ancak Eskişehir'deki meyve olgunlaşma dönemine denk gelen (15 Ağustos-Eylül) tarihlerde ise sıcaklıkların çok daha düşük seyrettiği (Şekil 2) görülmektedir.

Bilecik ilinden elde edilen ortalama likopen değerinin Eskişehir'deki çiftçi bahçesinden daha düşük olmasının nedeni, meyve olgunlaşma dönemindeki görülen 32 °C ve üzerindeki sıcaklık değerlerinin likopen sentezine olumsuz etkisinden kaynaklandığı kanaatine varılmıştır. Denemede yer alan sofralık yerel genotiplerin yüksek bir likopen kaynağı olarak önemli bir vurgu içermemesine rağmen, yapılacak ıslah çalışmalarında kullanılabilir nitelikte olan yöresel domates genotipleri dikkat çekici bulunmuştur.

KAYNAKLAR

- [1] Adams, S. R., Cockshull, K. E. and Cave, C. R. J. 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany* 88: 869-877.
- [2] Anonim. 2010. Web Sitesi: <http://www.tgae.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 01.09.2013.
- [3] Anonymous. 2013. Web Sitesi: <http://faostat.fao.org>. Erişim Tarihi: 01.10.2015.
- [4] 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 Chem.* 95: 328-336.
- [5] Brandt, S., Pek, Z., Barna, E., Lugasi, A. and Helyes, L. 2006. Lycopene content and color of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Journal of the Sci. Food & Agri.* 8: 568-572.
- [6] Cemeröglü B. 2010. Gıda Analizleri. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 34, Ankara.
- [7] Davis A.R., Fish W.W. and Perkins-Veazie P. 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. *Postharvest Biology and Technology* 28(3): 425-430.
- [8] Efe E., Bek, Y. ve Şahin M. 2000. SPSS'te Çözümleri ile İstatistik Yöntemler II. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Rektörlüğü, Yayın No: 10.
- [9] Erge, H. S. 2007. Domateste (*Lycopersicum esculentum*) Karotenoid Madde Dağılımı ve Antioksidan Aktivite. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 91s, Ankara.
- [10] Fontes, P. C. R. and Silva, D. J. H. 2002. Produção de tomate de mesa. *Viçosa: Aprenda Fácil*, 196 p.
- [11] Garcia, E. M. and Barret, D. 2005. Assessing lycopene content in California processing tomatoes. *Journal of Food Processing and Preservation* 30: 56-70.
- [12] Gautier, H., Rocci, A., Buret, M., Grasselly, D., Dumas, Y. and 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.
- [13] Helyes, L., Lugasi, A. and Pék, Z. 2007. Effect of natural light on surface temperature and lycopene content of vine ripened tomato fruit. *Can. J. Plant Sci.* 87: 927-929.
- [14] Inbaraj, B. S. and Chen, B. H. 2008. Carotenoids in tomato plants. in: *Tomatoes and Tomato Products-Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties*. Preedyand, V. R., Watson, R. R. (eds), Science Publishers, 133-164, USA.
- [15] Özdamar K. 2013. Paket Programlar ile İstatiksel Veri Analizi II. 9. Baskı. Nisan Kitapevi, 500 s, Eskişehir.
- [16] Slimestad, R. and 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.
- [17] Sönmez, K. 2014. Likopen, β -karoten ve Morfolojik Özellikler Bakımından Yerel Sofralık Domateslerde Genotip x Çevre İnteraksiyonu. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 183 s, Ankara.
- [18] Taiz, L. and Zeiger, E. 2002. *Plant Physiology*. Sinauer Associates Inc., 690 p.
- [19] Toor, R. K., Savage, G. P. and Lister, C. E. 2006. Seasonal variations in the antioxidant composition of greenhouse grown tomatoes. *Journal of Food Composition and Analysis* 19: 1-10.
- [20] Venter, F. 1977. Solar radiation and vitamin C content of tomato fruits. *Acta Hort.* 58: 121-127.
- [21] Von Elbe, J. H. and Schwartz, S.J. 1996. Colorants. In: *Food Chemistry*. Fennema, O.R. (ed), Marcel Dekker, 651-765, New York.
- [22] Zanfini, A., Dreassi, E., La Rosa, C., D'Addario, C. and 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.
- [23] Zhang, T., Shi, J., Wang, Y. and Xue, S. J. 2008. Cultivar and agricultural management on lycopene and vitamin C contents in tomato fruits. in: *Tomato and Tomato Products-Nutritional, Medicinal and Therapeutic Properties*. Predy. V.R. Watson, R.R. (eds), Sciece Publisher, 664 p, USA.

Çizelge 5. Eskişehir ve Bilecik lokasyonlarına ait 2011-2012 yılları ortalama likopen değerleri (mg kg⁻¹)

Genotip	Eskişehir	Bilecik
Alsancak	45.9±10.1 a-e	42.3±4.9 a-d
TR 37129	47.6±11.9 a-e	66.5±4.5 h-i
TR 40361	65.4±11.3 e-i	52.4±11.3 b-h
TR 40395	80.0±10.4 i-k	52.3±27.2 b-h
TR 40464	80.0±32.3 i-k	38.8±5.6 ab
TR 40478	61.3±12.6 d-i	48.7±16.8 b-g
TR 40507	55.0±4.4 c-h	40.3±3.5 a-c
TR 43484	51.5±8.3 a-g	36.9±4.2 ab
TR 47865	44.5±18.5 a-d	39.9±19.4 a-c
TR 52128	86.9±26.9 j-k	36.7±4.0 ab
TR 52361	58.6±8.8 c-h	51.6±13.4 b-h
TR 52463	63.2±17.7 d-i	42.6±12.6 a-e
TR 55711	54.8±3.3 c-h	27.8±7.2 a
TR 61689	71.2±20.5 g-j	38.9±8.3 ab
TR 61697	46.9±2.9 a-e	62.3±16.1 f-i
TR 61746	62.4±12.9 d-i	47.9±3.2 b-g
TR 61752	56.4±14.0 c-h	64.2±20.1 g-i
TR 61921	74.5±23.5 h-j	56.6±13.1 c-h
TR 63233	86.4±11.4 j-k	51.2±10.9 b-h
TR 64126	69.1±22.2 f-j	42.3±16.9 a-d
TR 66062	49.8±2.8 a-f	56.8±9.0 c-h
TR 68519	62.4±23.9 d-i	48.5±6.6 b-g
TR 68520	47.6±1.8 a-e	46.9±7.0 a-f
TR 68525	52.1±2.5 b-g	52.3±23.2 b-h
TR 69155	85.4±32.5 j-k	74.9±10.7 i
TR 69156	45.0±2.3 a-e	48.2±11.5 b-g
TR 69160	52.9±10.7 b-g	58.4±7.6 d-h
TR 69796	31.5±5.9 a	58.7±7.9 d-h
TR 69806	40.1±3.8 a-c	47.2±7.4 b-g
TR 70704	50.8±4.9 a-g	59.7±4.6 e-h
TR 70739	70.5±24.9 g-j	42.8±1.4 a-e
TR 71370	48.6±8.8 a-e	42.6±8.1 a-e
TR 71376	31.8±3.5 a	47.4±8.9 b-g
TR 71389	38.5±10.6 a-c	50.9±10.2 b-h
TR 71398	52.9±9.0 b-g	46.7±6.0 a-f
TR 72494	63.4±6.2 d-i	51.1±10.0 b-h
TR 72501	95.6±4.2 k	58.3±4.3 d-h
TR 72513	34.3±9.4 a-b	41.6±23.5 a-d
Ortalama	58.3±20.7	49.3±14.4

Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir (p≤0.05).