

DOMATES MEYVESİNİN BÜYÜME VE OLGUNLAŞMASI SIRASINDA BİLEŞİMİNDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİMLER

Nurgül ERCAN (1)

Özet

Domates meyvesinin önemli bir kısmı sudan oluşmaktadır. Geriye kalan kısmında ise karbonhidratlar, organik asitler, aminoasitler, vitaminler, pigmentler, fenolik bileşikler ve çeşitli mineral maddeler bulunmaktadır. Meyvenin gelişimi ve olgunlaşması sırasında bu bileşenlerde önemli değişimler meydana gelmektedir. Bu değişimlerin belli başlıları nişastanın parçalanması, glikoz ve früktozun sentezlenmesi, klorofilin parçalanması, karoten ve likopen gibi renk maddelerinin sentezlenmesi, aroma bileşiklerinin meydana gelmesi, sitrik asit/malik asit oranının artması, -tomatine gibi toksik alkaloidlerin parçalanması, glutamik asidin artması şeklinde sıralanabilir. Meyvenin büyüme ve olgunlaşmasına paralel olarak meydana gelen bu olaylar meyvenin renginde, tat ve tekstüründe değişimlere neden olurlar.

Anahtar Kelimeler: Domates, *Lycopersicon esculentum* Mill., meyve bileşimi, meyve olgunlaşması

CHANGES IN FRUIT COMPOSITION DURING GROWTH AND MATURATION

Abstract

Tomato fruits have large amount of water content. The remaining contains carbohydrates, organic acids, amino acids, vitamins, pigments, phenolic compounds and various mineral matters. During fruit growth and maturation dramatic changes in chemical composition of the fruit occur. Some of the important changes are degradation of starch, production of glucose and fructose, loss of chlorophyll, synthesis of pigments such as caroten and lycopene, increase in ratio of citric acid to malic acid, production of flavour and aroma compounds, breakdown of the toxic alkaloid tomatine and increase in glutamic acid. As a result of these ripening processes changes in colour in flavour and texture of fruit take place.

Keywords: Tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill, fruit composition, fruit maturation

Giriş

Solanaceae familyasının üyesi olan domates üzüksü yapıda meyveleri olan bir sebzedir (Petro-Turza, 1987). Diğer yaş meyve ve sebzelerde olduğu gibi domates meyvesinin de önemli bir kısmını su oluşturmaktadır. Gelişmenin ilk devrelerinde genç meyvede önce su miktarı maksimuma ulaşır ve olgunlaşmaya kadar su miktarı hemen hemen sabit kalır. Domateste olgunlaşmamış yeşil meyvenin su içeriği %91 iken, meyve olgunlaştığında %93'e çıkmaktadır. Kaliteli olgun bir meyvede Varga ve Bruinsma, (1986) yaklaşık %94-94.5, Davies ve Hobson (1981) % 95 su bulunduğunu açıklamışlardır. Su dışında meyvenin bileşiminde bulunan ve %5-6'sını oluşturan maddelerin ortalama % 55'i şekerler (glikoz, früktoz ve sakaroz), %21'i proteinler, selüloz, pektinler, polisakaritler, %12'si organik asitler (sitrik, malik, galakturonik ve karboksilik asit), % 5'i karatinoidler,

(1) Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya

askorbik asit, uçucu bileşikler, amino asitler ve %7'si inorganik bileşiklerden oluşmaktadır (Tigchelaar, 1986). Olgunlaşma sırasında bu maddelerde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar sonucu meyvenin renginde, aromasında, tat ve tekstüründe önemli değişimler meydana gelmektedir. Çevresel faktörler tarafından da etkilenen bu metabolik değişimlerin bilinmesi, uygun hasat tarihinin belirlenmesine, olgunlaşma ve yaşlanma sürecinin tanımlanmasına olanak sağlar. Bu makalede konu ile ilgili olarak yapılmış çalışmaların ışığında gelişme ve olgunlaşma sırasında meyvenin bileşiminde bulunan önemli maddelerde meydana gelen değişimler hakkında bilgiler verilmiştir.

2. Domates Meyvesinin Bileşimi ve Besin Değeri

Domates genel olarak A ve C vitaminleri ve çeşitli mineral maddelerce zengin bir sebzedir. 100 g taze domates yetişkin bir kişinin günlük A vitamini ihtiyacının %20'sini, C vitamini ihtiyacının ise %40'ını karşılayabilmekte ve 20 kalori içermektedir. Seleksiyon ıslahı ile A vitamini bakımından daha zengin domates genotiplerini etmek mümkün ise de yüksek A vitamini içeriğine sahip çeşitlerin turuncu renkli olması ve tüketicilerin bu renkteki meyveleri tercih etmemesi bu konudaki sınırlayıcı faktörü oluşturmaktadır (Grierson ve Kader, 1986). C vitamini bakımından ise domates türleri ve çeşitleri arasında büyük bir varyasyon vardır ve C vitamini konsantrasyonu 100 g meyvede 8-119 mg arasında bir değer alabilmektedir. Ancak C vitamini seviyesi ile verim arasındaki negatif korelasyon bulunduğu da araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Stevens ve Rick, 1986). Domateste bulunan likopen güçlü bir doğal anti oksidanttır. Antioksidantların kanser ve kalp rahatsızlıkları başta olmak üzere birçok hastalık için faydalı olduğu bilinmektedir (La Vecchia, 1999; Bramley, 2000). Bu faydalı özellik birçok araştırmacıyı domatesin karoten miktarını artırmak için genetik ve agronomik çalışmalara yöneltmiştir (De Pascale ve ark., 2001).

Domateste meyve kalitesini etkileyen önemli faktörlerden birisi de kuru madde içeriğidir. Olgun bir domates meyvesinin kuru madde içeriği toplam ağırlığın %5-7'sini oluşturmaktadır. Meyve gelişimi sırasında, meyvede su miktarı arttığı için taze ağırlığa oranı şeklinde ifade edildiğinde kuru madde miktarı azalmaktadır. Nitekim döllenenmeden hemen sonra ovaryumun ilk gelişmesi sırasında %17 olan kuru madde miktarı 10 gün sonra %10, 20 gün sonra %5-7'ye düşmekte ve olgunluğa kadar bu düzeyde kalmaktadır (Ho ve Hewitt, 1986). Toplam kuru madde suda eriyebilir ve erimeyen olmak üzere iki kısımdan ibarettir. İndirgen şekerler ve organik asitler suda eriyebilir kuru maddeyi oluşturmakta iken proteinler, pektinler, selüloz ve polisakkaritler erimeyen kısımda yer almaktadır. Genetik ve çevresel faktörler nedeniyle, geniş bir varyasyon gösteren domates meyvesinin bileşiminde bulunan maddelerin ve vitaminlerin başlıcaları Davies ve Hobson (1981)'a göre Tablo 1 ve 2'de topluca verilmiştir.

3. Domates Meyvesinin Bileşimini Oluşturan Bazı Önemli Maddeler

3.1 Şekerler

Tablo 1'de görüldüğü gibi domateste bulunan serbest şekerler glikoz, früktoz ve sakarozdan ibarettir. Meyvenin glikoz ve früktoz miktarları früktoz biraz daha fazla olmak üzere aşağı yukarı aynı miktarda bulunmaktadır (Yelle et al. 1991; Ho, 1996; Islam 2001). Bunun dışında bulunan şekerler çok az düzeylerde bulunup iz düzeyde

olan ketoheptoz ve rafinozdan oluşmaktadır (Davies ve Hobson, 1981). Şekerler olgun bir domates meyvesinin toplam kuru maddesinin % 65'ini, kuru maddenin ise yaklaşık yarısını oluştururlar. Sakaroz meyveye taşınan temel asimilat olmasına karşın domates meyvesinin sakaroz içeriği meyve gelişimi süresince hep düşük düzeyde kalmaktadır. Sakaroz taze ağırlığın %0.1-1.7'si arasında olup kuru maddenin sadece %1'ini oluşturduğu

Tablo 1. Olgun bir domates meyvesinin bileşimi (% kuru madde)

Şekerler	
	Glikoz 22
Fruktoz	25
Sakkaroz	1
Alkolde Erimeyen Kuru Madde	
Protein	8
Pektik maddeler	7
Hemiselüloz	4
Selüloz	6
Organik Asitler	
Sitrik Asit	9
Malik Asit	4
Mineraller	
(Ki, Can, Mg,, P)	8
Yağlar	2
Dikarboksilik Amino Asitler	2
Renk Maddeleri	0.4
Askorbik Asit	0.5
Uçucu Bileşikler	0.1
Diğer Amino Asitler, Vitaminler ve Polifenoller	1

Tablo 2. Olgun bir domates meyvesinin vitamin içeriği (100 g meyve)

A Vitamini (_ Karoten)	900-1271	I.U.
C Vitamini	15-23	µg
B1 Vitamini (Tiamin)	50-60	µg
B2 Vitamini (Riboflavin)	20-50	µg
B3 Vitamini (Pantothenik asit)	50-750	µg
B6 Vitamini	80-110	µg
Nikotinik asit (Niasin)	500-700	µg
Folik Asit	6.4-20	µg
Biotin	1.2-4.0	µg
E Vitamini	40-1200	µg

bildirilmektedir (Davies ve Hobson 1981). Ticari değeri olan birçok domates çeşidinde sakaroz çok düşük düzeyde olmasına karşın ticari olarak değeri olmayan bazı domates türlerinde sakaroz, glikoz ve früktozdan daha fazla bulunmaktadır. Yeşil meyveli olan bu Lycopersicon türlerinde (alt tür: Eriolycopersicon) şeker içeriği kırmızı meyveli türlere (alt tür: Eulycopersicon) göre daha yüksektir. (Miron ve Schaffer, 1991). Domateste meyvenin şeker içeriği olgunlaşma ve yeme olumu ile birlikte yavaş yavaş artar (Ho ve ark., 1983, Kaynaş ve Sürmeli, 1994). Özellikle sarı renk görüldüğünde bu artış daha da belirginleşmektedir (Winsor ve ark. 1962). Yelle ve ark.(1988) domateslerde anthesis safhasından 10 ila 30 gün sonrasında früktoz ve glikozdaki artışın çok belirgin olduğunu bundan 60 gün sonra ise en yüksek seviyeye ulaştığı saptamıştır. Picha (1987a) bitki üzerinde olgunlaşan domates meyvelerinde yeşil olumda %0.97 g olan glikoz miktarının kırmızı olumda %1.67'ye %1.26 olan früktoz miktarının ise %2'ye çıktığını bildirmiştir. Aynı araştırmacı (1986) yeşil olumda hasat edilen ve kontrollü koşullarda olgunlaştırılan domateslerde ise indirgen şeker ve sakaroz miktarında önemli bir değişim olmadığını açıklamıştır. Oysa Davies ve Kempton (1975) glikoz ve früktoz miktarlarının çeşitlere göre değişebileceğini, yeşil olumdan sonra indirgen şeker miktarındaki artışın früktoz içeriğindeki artıştan kaynaklandığını hatta bazı çeşitlerde olgunlaşma ile sakaroz miktarında bir azalma olabileceğini ifade etmişlerdir.

Domateste şeker içeriği meyve duvarında, loküllere kıyasla daha fazladır (Stevens ve Rick, 1986). Stevens ve ark., (1977) perikarp dokusunda indirgen şeker miktarının loküler dokudan % 20 daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Yapılan çalışmalarda domateste meyvenin şeker içeriği üzerine çevresel faktörlerin etkili olduğu saptanmıştır (Islam ve Khan, 2000). Nitekim yaprakların koparılması, gölgeleme şeker içeriği üzerine olumsuz etki yapmaktadır. Işık yoğunluğu, ışıklanma süresi ve sıcaklıktaki azalmalar nedeniyle meyveye düşük asimilat sağlanması sonucunda meyvenin şeker içeriğinin sonbahar ve kış ürününde azaldığı ilkbaharda ise arttığı açıklanmıştır (Khudairi, 1972; Winsor ve Adams, 1976; Davies ve Hobson, 1981; Stevens, 1986). Buna benzer şekilde Yamaguchi ve ark. (1960) Eylül ve Ocak aylarında bir azalma, Lambeth ve ark. (1966) Temmuz'da bir artış olduğunu saptamışlardır. İngiltere'de Nisan ile Haziran ayları arasında erkenci ürünün şeker içeriğinde belirgin bir artış gözlenmiştir. Maksimum şeker içeriğine Temmuz sonu ile Ağustos ayı başında ulaşılmış, daha sonra mevsim sonuna doğru azalma göstermiştir (Winsor, 1966). Genelde temel besin maddelerinin düzeylerinin meyvenin şeker içeriği üzerine çok az etkili olduğu bildirilmekle beraber fazla azotun şeker miktarı üzerine olumsuz etki yaptığı saptanmıştır (Varga ve Bruinsma, 1986). Toprakta su ve tuz stresinin şeker içeriğini arttırdığı bildirilmiştir, ancak bu durumun verim üzerine olumsuz etki ettiği ve çiçek burnu çürüklüğünü artırdığı saptanmıştır (Grierson ve Kader, 1986; Ethret ve Ho, 1986; Ho ve Adams, 1994; De Pascale, 2001). Ho (1998) CO₂ zenginleştirmesinin domateste meyve iriliği ve meyve sayısını artırdığını, meyvenin kuru madde miktarında ise etkili olmadığını açıklamıştır. Kuru maddenin artmamasını meyvenin şeker içeriğinin artmasına paralel olarak meyvenin su alımının da artmasına bağlamıştır. CO₂ zenginleştirmesiyle meyvenin şeker içeriğinin artırıldığı ifade edilen çalışmalarda hafif bir su stresinin uygulandığı belirtilmektedir (Ho, 1998; Bertin ve ark., 2001). Um ve ark.(1991) 150 ppm 4-CPA uygulanan domates meyvelerinde toplam şeker konsantrasyonunun 4-6 hafta sonra azaldığını, bu azalmanın uygulama yapılmayan kontrol meyvelerinde daha yavaş olduğunu bildirmişlerdir.

3.2. Nişasta

Olgun olmayan domates meyvesinde önemli sayılabilecek miktarda bulunan nişasta, olgunlaşmaya doğru şekerlere dönüştüğü için zamanla azalmakta ve olgun meyvede çok düşük seviyeye inmektedir. Yu ve ark. (1967) olgun olmayan meyvede maksimum nişasta içeriğinin çeşitlere göre %0.7 ile %1.22 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Hobson (1967) tarafından yapılan çalışmada, olgunlaşmadan hemen önceki yeşil meyvenin nişasta içeriğinin yaklaşık %0.7 olduğunu, bunun olgun safhada yarıya indiğini saptamıştır. Ho ve ark. (1983)'e göre antesizten 20 gün sonra nişasta birikim oranı zirveye ulaşmakta ve kuru maddenin %30'unu açıklamaktadır. Tanaka ve ark., (1974) ile Dinar ve Stevens (1981) antezisten 42 gün, Hewitt (1980) ise 16-30 gün sonra meyvedeki nişasta miktarının maksimuma ulaştığını bildirmişlerdir. Nişasta meyve maksimum büyüklüğüne ulaştığında azalmaya başlar. Yeşil olum döneminde taze ağırlığın %1'i düzeyinde olan nişasta miktarı kırmızı olumda %0.10-0.15 düzeyine inmektedir (Hobson ve Davies, 1971). Yelle ve ark. (1988)'a göre *L. esculentum* ve *L. chmielewskii*'de nişasta içeriği genç meyvede (antezisten yaklaşık 20 gün sonra) en yüksek düzeye çıkmakta, bundan sonra azalarak sifıra yakın bir değere inmektedir. Nişastanın parçalanması indirgen şekerlerin hızlı birikimi ile ilgili olduğu için yeşil meyvelerdeki nişasta içeriği ile olgun meyvelerin toplam suda eriyebilir kuru madde içeriği arasında yüksek bir korelasyon bulunmaktadır (Dinar ve Stevens, 1981).

3.3. Askorbik Asit

C vitamini bakımından değerli bir sebze olan domates meyvesinin önemini ortaya koyan çalışmalar kapsamlı olarak ele alınmıştır. Domateste C vitamini konsantrasyonu 8-119 mg 100g⁻¹ arasında değişim göstermektedir. Davies ve Hobson (1981) domates meyvesinde 15-23 mg askorbik asit bulunduğunu açıklamışlardır. Ancak bu değer İngiliz ve Amerikan çeşitlerinde 5-60 mg, Kanada çeşitlerinde 18-36 mg arasında değişmektedir (Hobson ve Davies, 1971). Askorbik asit içeriğindeki bu geniş varyasyon muhtemelen büyüme sırasındaki ışık yoğunluğu farkından kaynaklanır. Bu nedenle açıkta yetiştirilen meyveler serada yetiştirilenlere nazaran daha fazla askorbik asit içerirler. Aynı şekilde tamamen güneş altında yetişen meyveler gölgedekilerden daha fazla askorbik asit içerirler. Ancak güneşlenme süresi ile askorbik asit içeriği arasındaki ilişkiyi sayısal olarak göstermek için yapılan çabalar başarısız olmuştur. Güneş ışığına maruz kalma durumuna göre, askorbik asit miktarında aynı meyvede bile meyvenin üst kısmı ile alt kısmı arasında, veya bir yanı ile diğer yanı arasında farklılık olabilir. Askorbik asitin dağılımına ait çalışmalar, kabuktan olan uzaklık arttığında C vitamini konsantrasyonunda bir azalma olduğunu göstermiştir. Ayrıca tohumları saran jelin yüksek konsantrasyonda askorbik asit içerdiği açıklanmıştır. Üst salkımlardaki yüksek askorbik asit içeriğinin, ışık yoğunluğundaki artıştan kaynaklandığı kaydedilmiştir. Ancak ek ışıklandırma yapılarak yetiştirilen bitkilerdeki meyvelerin askorbik asit içeriğinde istikrarlı bir artış bulunamamıştır (Hobson ve Davies, 1971).

Meyvenin gelişmesi ve olgunlaşması sırasındaki askorbik asit içeriğine ait veriler de istikrarsızdır. Araştırmacıların bir kısmı olgunlaşma sırasında askorbik asit konsantrasyonunda çok az bir değişiklik olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bazı çalışmalarda olgunlaşma sırasında askorbik asitte artış olduğu bulunmuştur. Bu artış devamlı olup, olgunlaşmanın son safhasında çok az bir azalma göstermektedir. Meyve iriliği ile askorbik asit içeriği arasındaki ilişkiye ait çabalar da sonuçsuz kalmıştır. Çeşitler arasında fark olmamakla birlikte çabuk olgunlaşan meyveler geç olgunlaşanlara oranla daha fazla askorbik asit içermektedir (Dalal ve ark., 1966).

Adams ve ark. (1978) potasyum ve manganezli gübrelemenin hem verimde hem de askorbik asit içeriğinde artışa sebep olduğunu ifade etmiştir. Fazla azotun özellikle iyi ışıklanma koşullarında domatesin askorbik asit miktarını azalttığı bildirilmiştir. Mineral besin maddelerinin etkilerinin iklim faktörlerine kıyasla daha az öneme sahip olduğu bildirilmiştir (Winsor ve ark., 1966).

Matthew ve ark. (1973) 1970'lerde geliştirilen domates çeşitlerinin 1950'lerde geliştirilenlere nazaran yaklaşık % 25 daha fazla vitamin C içerdiklerini açıklamışlardır. Yüksek vitamin C içeriğine sahip çeşitlerin geliştirilmesi yönünde oldukça yoğun çalışmalar yapılmasına karşın bu konuda elde edilen başarılar sınırlı olmuştur. Çünkü Yüksek C vitamini seviyesi ile düşük verim arasında bir ilişki olduğu kabul edilmektedir (Stevens ve Rick, 1986).

3.4. Organik Asitler

Meyve ve sebzelerde organik asitler, şekerlerle birlikte tadı etkilemesi bakımından oldukça önemlidir. Ayrıca çeşitli metabolizma olaylarına örneğin solunuma substrat olarak katılırlar. Hücre içinde Ca^{++} ve K^+ gibi bazı katyonlarla birleşerek onları nötrleştirirler. Organik asitler taze domateste kuru maddenin yaklaşık % 15'ini oluştururlar (Petro-Turza, 1987).

Domateste toplam asitlik sadece lezzet komponenti olarak değil aynı zamanda ürünün işlenmesinde de büyük rol oynar (Lambeth ve ark., 1966). Olgun bir domates meyvesinde sitrik ve malik asit başta olmak üzere formik, asetik, trans-asetonik asit ve oksalik asit bulunur (Davies, 1965; Sakiyama and Stevens, 1976, Islam ve ark., 1996). Ayrıca işlenmiş domates ürünlerinde iz miktarda laktik ve fumarik asitin bulunduğu, galakturonik asitin ise olgun meyvede görüldüğü açıklanmıştır. Pyrolidonekarboksilik asit (PCA) taze meyvelerin yapısında bulunmakta, oysa işlenmiş domates ürünlerinde ve domates meyvesinin alkol ekstraktlarında bulunmaktadır. PCA glutamik asit veya glutaminden meydana gelebilir ancak işleme ve alkol ekstraksiyonunda tamamen glutamine dönüşür (Hobson ve Davies, 1971).

Domates meyvesinin olgunlaşması sırasında maksimum asitliğe pembe renk ilk görüldüğünde rastlanır (Winsor ve ark, 1962; Davies, 1966; Stuart ve Effiuvwevwere, 1988; Knee ve Finger, 1992). Yeşil olumdan kırmızı oluma kadar meyvenin olgunlaşması sırasında asitlik başlangıçtan itibaren maksimum bir değere ulaşıncaya kadar artar, ancak sarı rengin görünmesi ile asitlikte yavaş yavaş bir azalma meydana gelir. Loküllerdeki asitlik yeşil ve yeşil-sarı safhaya kadar azalır ancak yeşil-sarı safhadan sonra meyve duvarının asitliğindeki değişimi belirlemek zordur. Domateste meyve duvarındaki ve plasenta dokularındaki asitlik loküllerdeki asitliğe nazaran daha düşüktür (Winsor ve ark., 1962; Sakiyama, 1966). Titre edilebilir asitlikteki değişiklikler ya sadece sitrik asitteki veya hem sitrik hem de malik asitteki değişikliklerden kaynaklanabilir (Davies, 1965).

Malik asit konsantrasyonu olgunlaşmayla azalırken, sitrik asit olgunlaşmanın yeşil-sarı olum safhasına kadar artar daha sonra ya düşer yada önemli bir değişiklik göstermeden aynı seviyede kalır. Davies ve Hobson (1981)'a göre malik asit/sitrik asit oranı yeşil olum safhasında 1.3 iken, olgun meyvede 0.6'ya düşmektedir ve sitrik asit olgun meyvede toplam asitliğin yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Dalal ve ark.(1965) malik asit ve sitrik asitin olgunlaşma ve kızarma boyunca arttığını, titre edilebilir asitliğin ise meyvede renk dönüşümüne kadar yükselerek zirveye ulaştığını daha sonra bir miktar düştüğünü bildirmişlerdir.

Domates çeşitleri asitlik bakımından büyük farklılık gösterirler. Karşılaştırmalı şartlarda yetiştirilen İngiliz çeşitlerinde asitlikteki farklılık şeker içeriğindeki farklılıktan çok daha fazla olmuştur. Geççi çeşitlerin daha fazla sitrik asit içerdiği, erkenci çeşitlerin ise yüksek malik asit/sitrik asit oranına sahip olduğu açıklanmıştır. Ayrıca malik asit/sitrik asit oranının çeşit özelliği olduğu belirtilmiştir (Davies, 1965).

Domates meyvesinde potasyum ile asitlik arasındaki ilişki çok sıkı olup, potasyum içeriği ile toplam ve titre edilebilir asitlik arasındaki pozitif korelasyon oldukça önemlidir. Domateste asitlik potasyum ve azot uygulamaları ile arttırılabilir (Davies ve Winsor, 1967). Azotun uygulama formu da asitlik üzerine önemli bir etkiye sahiptir. Amonyum formunda verilen azot meyvede nitrat formuna göre daha az asitliğe sebep olmaktadır (Sakiyama, 1966). Yüksek azotlu ve yüksek potasyumlu gübrelemenin birleşik etkisi sadece asitlik için değil aynı zamanda pektik enzim aktivitesi, yüksek meyve verimi (Winsor ve ark., 1967) ve olgunlaşma bozulmalarının (Winsor ve Long, 1967) azalması içinde faydalıdır. Kalsiyum ve magnezyum asitlik üzerinde çok az bir etkiye sahiptir (Davies ve Winsor, 1967).

3.5. Amino Asitler

Domates meyvesinin amino asit bileşimi hakkındaki bilgiler çok farklıdır. Değişik kaynaklardaki bu farklılıkların çoğu çeşit ve beslenme şartlarına bağlanabilir. Serbest amino asitler kuru maddenin yaklaşık %2-2.5'ini oluştururlar (Petro-Turza, 1987). Domates meyvesinde bulunan serbest amino asitlerin % 80'ni glutamik asit, α -aminobutyric asit, glutamine, aspartic asitten oluşmaktadır. Olgunlaşma sırasında toplam serbest amino asit içeriği nispeten sabit kalır ancak glutamik asit konsantrasyonu belirgin bir şekilde artar, aspartik asit ise daha düşük bir seviyeye iner (Kader ve ark., 1978; Hobson ve Davies, 1971). Davies (1966) glutamik asitin yeşil olum safhasında 28 mg/100 g taze ağırlık olduğunu, olgunlaşma sırasında artarak kırmızı olunda 272 mg'a çıktığını açıklamıştır.

Depoda olgunlaşan meyvelerdeki aspartik ve glutamik asit bitki üzerinde olgunlaşanlara göre daha fazla miktardadır (Freeman ve Woodbridge, 1960). Meyve tamamen olgunlaşmadan önce maksimum seviyeye ulaşan serin ve threonin hariç diğer tüm amino asitler olgunlaşma sırasında azalma eğilimindedirler. Bu azalmaya protein sentezi için serbest amino asitlerin kullanılmasının sebep olduğu ileri sürülmektedir. Serbest amino asitler meyvenin jel kısmında meyve etine nazaran daha yüksek konsantrasyondadır (Yu ve ark., 1967).

Amonyum formunda verilen azot artığında tyrtofan ve glutamik asit konsantrasyon artış meydana geldiği saptanmıştır (Hobson ve Davies, 1971). Davies (1965) bitkiye azot uygulamasıyla tüm meyve ekstraktında glutamik ve aspartik asitin arttığını, fosfor uygulamasıyla azaldığını ifade etmiştir. Ayrıca topraktaki yüksek potasyum seviyesinde aspartik asit içeriği önemli derecede azalmıştır.

3.6. Uçucu Bileşikler

Kimyasal yapıları çok farklı olan, çok düşük konsantrasyonlarda salgılanan uçucu bileşikler olgunlaşma ile doğrudan ilgilidir. Taze domatesin kendine özgü aromasının oluşumunda pek çok uçucu bileşiğin etkili olduğu bilinmektedir.

Son yıllarda gaz kromatografisinin gelişmesi, domates meyvesinde uçucu bileşikler konusundaki araştırmalara kolaylık sağlamıştır. 1965'den önce domateste 2-4 dinitrofenil hidrozonlar vasıtasıyla tanımlanabilen

uçucu bileşikler aldehitler ve ketonlardır. Bu sayede bir çok araştırmacı asetaldehit ve isovaleraldehitin mevcut olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca n-hexanal gibi bazı yüksek aldehitler ile glyoksal, diastil ve sitral gibi doymamış aldehitlere de rastlamışlardır. Ketonlar arasında 2-propanone (aseton), 2-butanone ve 2-pentanone en sık görülenlerdir (Hobson ve Davies, 1971). Hayase ve ark.(1984) gaz kromatografisinde 130 bileşiği tanımlamışlar ve bu bileşiklerin konsantrasyonlarının olgunlaşma ile arttığını bildirmişlerdir. Dalal ve ark.(1965) isovaleraldehit ve hexanol hariç diğer uçucu bileşiklerin konsantrasyonlarının olgunlaşma sırasında arttığını bulmuşlardır. Isovaleral aldehit meyve renklenmeye başladığında zirveye ulaşmakta (yaklaşık 6×10^{-3} ppm) ve olgunlaşma ilerledikçe azalmaktadır. Grierson ve Kader (1986) ise meyve rengi ile uçucu bileşikler (özellikle karotenoidlerin oksidasyonu sonucu oluşan) arasında sıkı bir ilişki varlığını ileri sürmüşlerdir. Araştırmacılar Car-Red gibi β -karotene ve Jubile gibi α -karotene zengin olan çeşitlerin tat ve uçucu bileşiklerin kompozisyonu bakımından kırmızı meyveli çeşitlerden belirgin bir şekilde farklı olduğunu açıklamışlardır. Ayrıca açıkta yetiştirilen domates meyvelerinde uçucu bileşiklerin konsantrasyonu cam serada yetiştirilenlere göre daha fazla olmuştur. Domateste uçucu bileşikler bakımından çeşitler arasında nitelik olarak değil miktar olarak farklılıkların bulunduğu bildirilmiştir (Hobson ve Davies, 1971)

3.7. Flavonoidler Dışındaki Pigmentler

Olgun olmayan domates meyvesinde yeşil renk klorofillerin varlığı nedeniyledir. Olgunlaşmanın başlamasıyla sarı pigmentler β -karoten ve ksantofiller tarafından meydana getirilir ve klorofil içeriğinin azaldığı daha açık olarak görülür. Bu sırada lutein ve lycoxanthin tarafından sarı rengin takviyesi devam eder. Olgun meyvede kırmızı rengin oluşumu klorofilin yıkımı ve kloroplastları kromoplastlara dönüşmesinden dolayı β -karoten ve lycopene karotenoidlerinin birikiminden kaynaklanır. Yeşil domates meyvesinde klorofil a'nın klorofil b'den daha fazla olduğu bildirilmiştir (Edward ve Reuter, 1967; Grierson ve Kader, 1986). Watada ve ark., (1967)'na göre yeşil olumdaki meyvede toplam klorofil yaklaşık 13 mg/100 g taze ağırlıktır ve klorofil a/b oranı 1'den büyüktür. Dalal ve ark.(1965) ise olgunlaşma sırasında klorofil a ile b arasındaki oranın sabit olarak yaklaşık 2:1 olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca olgunlaşmanın başlangıcında klorofillerin hızlı bir şekilde azaldığı konusunda görüş birliği vardır. Grierson ve Kader (1986) domateste klorofil ayrışmasının 40°C 'in üzerindeki sıcaklıklarda engellendiğini oysa ışığa maruz bırakmada olduğu gibi etilen uygulamanın da klorofil yıkımını hızlandırdığını açıklamıştır.

β -karoten yarı olgun meyvenin rengine katkıda bulunan en önemli karoten olup, yeşil olum safhasındaki meyvede β -karoten, α -karoten ile birlikte çok küçük miktarda bulunmaktadır (Meredith ve Purcell, 1966). β -karoten konsantrasyonunun meyvenin olgunlaşması sırasında yavaşça arttığı bildirilmiştir (Edwards ve Reuter, 1967). Meredith ve Purcell (1966) olgunlaşmanın açık pembe safhasında β ve α -karotenin en yüksek konsantrasyona ulaştığını ancak daha sonra çok az bir azalma olduğunu gözlemişlerdir. Dalal ve ark.(1965) açık pembe safhadan sonra β -karoten konsantrasyonunda hızlı bir düşüş olduğunu ve tamamen olgunlaşan meyvede kalan miktarın çok az olduğunu bildirmişlerdir. Meyvede renk oluşumu başlamadan önce siklik olmayan karotinler bulunmamış ancak bunu takiben phytoene, phytofluene, β -karoten ve α -karoten konsantrasyonu olgunlaşma sırasında artmıştır (Meredith ve Purcell, 1966; Edwards ve Reuter, 1967). Khudairi (1972) olgunlaşma sırasında likopen ve β -karoten seviyesinde belirgin bir artışın olduğunu bu artış klorofil içeriğinde bir azalma ile birlikte meydana

geldiğini bildirmişlerdir.

Yarı olgun meyvenin turuncu rengi β -karoten içeriğindeki artıştan, olgun meyvedeki kırmızı renk ise likopenin birikiminden dolayıdır. Olgunlaşma sırasında meyvede β -karoten konsantrasyonu azalırken likopen konsantrasyonu artmaktadır (Salunkhe ve ark., 1974; Bertin ve ark., 2001). Davies ve Hobson (1981) domates meyvesinde lycopen içeriğinin çeşitlere göre değişmek üzere 40 ila 180 $\mu\text{g g}^{-1}$ arasında olduğunu bunun toplam renk maddelerinin %50-76'sını oluşturduğunu açıklamışlardır. Tomes (1963) değişik domates hatlarında karoten sentezi üzerinde sıcaklığın engelleyici etkisini incelemiştir. Likopen sentezinin esasen sıcaklıkla ilgili olduğu ve 32 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda hemen tamamen engellendiği bildirilmiştir.

Domateste meyvenin karoten içeriğinin orta derecede tuzlu suyla (% 0.25 w/v NaCl içeren) sulama sonucunda verimde tolere edilebilir bir azalma olsa da artırılabilirliği bildirilmiştir (Peterson ve ark., 1998; De Pascale ve ark., 2001).

3.8. Steroidler

Tipik bir glikoalkoloid olan tomatine bütün domates genotiplerinde bulunur (Davies ve Hobson, 1981). Gelişmekte olan genç meyve tomatine biriktirmektedir. Ancak meyvede olgunlaşmanın başlamasıyla bu miktar hızla düşer. Tomatine konsantrasyonu olgun meyvede taze ağırlığın %0.04'üne kadar düşmektedir. Tomatine için LD₅₀ değeri vücut ağırlığının her kg için 0.5 g olarak tahmin edilmektedir. Böylece, olgun bir domates meyvesinde tomatine toksik etki yaratacak bir seviyede değildir (Grierson ve Kader 1986).

Bazı Lycopersicon türlerinde acı tadın solaninden kaynaklandığı bildirilmektedir. Ancak ticari çeşitlerde solanin sadece iz miktarda bulunmaktadır (Hobson ve Davies, 1971).

3.9. Fenolik Bileşikler

Fenolik asitler kuvvetli bir çimlenme engelleyicisi olarak uzun zamandan beri bilinmektedir. Domatesten izole edilen 'Blastocholine'nin ferulik ve kafeik asit karışımından ibaret olduğu ve bunların tohumları uyku durumunda tutma ve fungostatik ajanlar olarak etki yaptıkları bildirilmiştir. Domateste bulunan fenolik bileşikler p-kumarik, ferulik, kafeik ve klorogenik asit olduğu açıklanmıştır. 100 g taze meyvede 0.6 mg kafeik ve 1.8 mg klorogenik asit bulunmaktadır. Domatesin meyve duvarındaki ferulik, kafeik ve klorogenik asitlerin olgunlaşma ile arttığı ancak p-kumarik asit seviyesinin değişmediği ifade edilmiştir (Hobson ve Davies, 1971). Lekeli olgunlaşmanın (Blotchy ripening) görüldüğü meyvelerde yeşil kalan bölgedeki meyve duvarında bu dört asitin seviyesi yeşil olumdaki seviyeye benzerdir (Hobson ve ark., 1977).

Çok genç domates meyveleri dikkate değer miktarda polifenolik maddeler içerirler ancak bunların konsantrasyonları olgunlaşmaya doğru azalmaktadır. Olgunlaşma sırasında meyve kırmızı olduğunda toplam fenollerde küçük bir artış eğilimi vardır (Hobson ve Davies, 1971).

3.10. Mineral Maddeler

Domates yapraklarında mineral maddelerin kimyasal, morfolojik ve fizyolojik etkileri konusunda etraflı bilgiler olmasına karşın meyve ile ilgili bilgiler nispeten sınırlıdır. Domatesin mineral madde içeriği kuru maddenin yaklaşık % 8'ini oluşturmaktadır. Mineral maddeler içinde potasyum ve fosfat başta gelmektedir. Mineral

maddeler pH ve titre edilebilir asitlik üzerine etkili olduğundan tat üzerine de etkilidir (Petro-Turza, 1987).

Olgunlaşma sırasında domates meyvesinin mineral bileşimi, başlangıçta yavaşça azalmakta, ancak olgunlaşmanın sonuna doğru artmaktadır. Domates meyvesinin inorganik bileşiminin besin elementi konsantrasyonundaki kısa süreli ani noksanlıklardan çok az etkilendiğini bildirmişlerdir (Hobson ve Davies, 1971).

Domates meyvesinin bileşimi ve kalitesinde potasyumun önemli bir rol oynadığını belirten Davies ve Hobson (1981)'a göre meyvedeki toplam mineral madde içeriğinin %90'nını potasyum azot ve fosfor oluşturmaktadır. Meyve gelişimi sırasında azot %3'den %0.6'ya, fosfor %2'den %0.4'e doğru bir azalma göstermekte iken potasyum yaklaşık %3-4 oranında sabit kalmaktadır (Tanaka ve ark., 1974; Ho, 1980). Potasyumun spesifik rolü nedir? Sorusu hala kesin olarak açıklanmamış olmakla beraber hücre organizasyonu ve geçirgenliğini oluşturmada gerekli olduğu ve pruvik kinas gibi birçok sistem için aktivatör gibi davrandığı ve protein metabolizması ile ilgili olduğu ileri sürülmektedir (Hobson ve Davies, 1971). Picha (1987b) meyvedeki potasyum içeriği ile meyve Ph sı arasında negatif bir korelasyon olduğunu bildirmiştir. Potasyumlu gübrelemenin lycopene konsantrasyonunu artırdığını belirten Trudel ve Ozbun (1971) potasyumun kalite açısından önemini vurgulamıştır. Lachover (1972) potasyumlu gübrelemenin toprakta yüksek potasyum varlığında bile verimi ve meyvedeki toplam eriyebilir kuru maddeyi arttırdığını rapor etmiştir.

Meyvede sodyum, kalsiyum, magnezyum gibi diğer metallerin konsantrasyonu ise düşüktür. Sodyum bazı bitkilerde kısmen de olsa potasyum gereksiniminin yerine geçebilir ve potasyum noksanlığının görüldüğü durumlarda domates meyvesi de sodyum biriktirme eğilimindedir (Davies ve Winsor, 1967). Kalsiyum özellikle çiçek burnu çürüklüğünde önemlidir ve çiçek burnu çürüklüğünü elimine etmek için kalsiyum seviyesinin kuru maddenin yaklaşık %12'sinden fazla olması gereklidir. ⁴⁵Ca ile yapılan çalışmalar domatese uygulanan kalsiyum kloridin hem yaprak hem de meyve tarafından absorbe edildiğini göstermiştir. Magnezyum özellikle düşük potasyum seviyesinde olgunlaşma zararlanmalarını gidermede olumlu bir etkiye sahiptir (Winsor ve Long, 1967).

Domatesin meyve bileşiminde çinko, manganez, bakır gibi iz elementlerin etkisi konusunda nispeten daha az çalışma yapılmıştır. Bor noksanlığında şeker ve askorbik asit konsantrasyonu azalmakta meyvede şekil bozuklukları meydana gelmektedir. Borun noksanlığı kadar toksik seviyedeki fazlalığı da meyvedeki şeker miktarında azalmaya sebep olmaktadır. Meyvedeki şeker miktarının manganez noksanlığında azaldığı ancak çinko noksanlığında arttığı bildirilmiştir (Hobson ve Davies, 1971).

4. Sonuç

Domates meyvesinin olgunlaşması sırasında meyvede meydana gelen belli başlı değişimler; nişastanın ve klorofilin parçalanması, glikoz, früktoz ile karoten ve lycopene gibi pigmentlerin sentezi, aroma bileşenlerinin meydana gelmesi, sitrik/malik asit oranında ve glutamik asitteki artış ile tomatine gibi alkaloidlerin parçalanması olarak sıralanabilir. Bu değişimlerin büyük bir kısmı meyvelerin yeşil olumda hasat edilip saklanmaları halinde de gerçekleşmektedir. Ancak bitki üzerinde olgunlaşan ile hasat edildikten sonra olgunlaşan meyvelerin aynı kalitede olduğu anlamına da gelmeyeceği açıktır.

Domateste gerek taze tüketim gerekse de endüstriyel kullanımda meyve kalitesini belirleyici en önemli

unsurların başında karbonhidrat içeriği gelmektedir. Eriyebilir şekerlerin tada etkisinden dolayı bu konudaki çalışmaların büyük bir bölümü eriyebilir kuru madde miktarını arttırmaya yönelik olmuştur. Uçucu aroma bileşikleri ile şeker ve asitlerin birbirini etkilemeleri sonucu domatese has tadın oluştuğu bilinmektedir. Domateste meyve kalitesinin belirlenmesinde toplam eriyebilir kuru madde, pH, titre edilebilir asitlik ve titre edilebilir asitlik içinde eriyebilir kuru madde oranı sayılabilir.

Domateste yüksek verim, hastalıklara dayanıklılık, meyve iriliği ve meyve rengi yapılan ıslah çalışmaları sonucunda geliştirilmiştir. Domates meyveleri özellikle uzak pazarlara gönderilmesi söz konusu olduğunda kayıpları azaltmak amacıyla yeşil iken hasat edilmekte ve soğukta taşınmaktadır. Ancak meyve tam olgunlaşmadan hasat edildiğinde dalında olgunlaşanlar kadar iyi kaliteye ulaşamadıkları için (Kader ve ark., 1978; Baldwin ve ark, 1998) tüketicilerin memnuniyetsizliğine sebep olmaktadır. Islahçılar meyveyi tam olgunlukta hasat etmeyi sağlamak için rin (ripening inhibitor gene) geni taşıyan bir ebeveyn ile bu geni taşımayan ebeveynle melezleyerek sert domates hibritleri geliştirmişlerdir. Diğer bir ıslah amacı da olgunlaşmayı yavaşlatan bir gen olmaksızın sert domates ıslah hatlarını geliştirmektir. Bu ıslah hatları ultra sert diye anılmaktadır (Baldwin ve ark., 2000). Ayrıca, bu konudaki moleküler çalışmalarda amaç olgunlaşma ile ilgili enzimlerin aktivitesini yavaşlatarak sertliği ve raf ömrünü uzatmayı hedeflemektedir (Baldwin ve ark., 1998). Bütün bu çabalar domatesin olgun aşamada iken hasat edilmesini sağlamaya yönelik olduğu için dolaylı olarak meyve kalitesinin artırılmasını sağlamaktadır.

5. Kaynaklar

- Adams, P.; Davies, J.N. and Winsor, G.W. 1978. Effects of nitrogen, potassium and magnesium on the quality and chemical composition of tomatoes grown in peat. *J.Hort.Sci.* 53:115-122.
- Baldwin, E.A.; Scot, J.W.; Einstein, M.A.; Malundo, T.M.M.; Carr, B.T.; Shewfelt, R.L. and Tandon, K.S. 1998. Relationship between sensory and instrumental analysis for tomato flavor. *J.Amer. Soc.Hort.Sci.* 123(5):906-915.
- Baldwin, E.A.; Scot, J.W.; Shewmaker, C.K. and Schuch, W. 2000. Flavor trivia and tomato aroma: Biochemistry and possible mechanism for control of important aroma components. *Hort.Sci.* 35:1013-1022.
- Bertin, N.; Buret, M. and Gray, C. 2001. Insights into the formation of tomato quality during fruit development. *J.Hort.Sci.& Biotech.* 76(6):786-792.
- Bramley, P.M. 2000. Is lycopene beneficial to human health? *Phytochemistry*, 54:233-236.
- Dalal, K.B.; Salunkhe, D.K.; Boe, A.A. and Olson, L.E. 1965. Certain physiological and biochemical changes in the developing tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *J.Food.Sci.*, 30:504-508.
- Davies, J.N. 1965. The Effect of variety on the malic and citric acid content of tomato fruit. *Ann.Rep.Glasshouse Crops Res.Inst.*, 139.
- Davies, J.N. 1966. Changes in the non-volatile organic acids of tomato fruits during ripening. *J.Sci. Food Agric.*, 17:396-400.
- Davies, J.N. and Hobson, G.E. 1981. The constituents of tomato fruit, the influence of environment, nutrition and genotype. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 15 205-280.
- Davies, J.N. and Kempton, R.J. 1975. Changes in the individual sugars of tomato fruit during ripening. *J.Sci.Food Agric.* 26:1103-1110.

- Davies, J. and Winsor, G.W. 1967. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and liming on the composition of tomato fruit. *J.Sci. Food Agric.*, 18:459-466.
- De Pascale, S.; Maggio, A.; Fogliano, V.; Ambrosino, P. and Ritieni, A. 2001. Irrigation with saline water improves carotenoids content and antioxidant activity of tomato. *J.Hort. Sci.& Biotech.* 76(6):447-453.
- Dinar, M. and Stevens, M.A. 1981. The relationship between starch accumulation and soluble content of tomato fruits. *J..Amer.Soc. Hort.Sci.* 106(4):415-418.
- Edwards, R.A. and Reuter, F.H. 1967. Pigment changes during the maturation of tomato fruit. *Food Technol. Aust.* 19:352-357.
- Ethret, D.L. and Ho, L.C. 1986. Translocation of calcium in relation to tomato fruit growth. *Annals of Botany*, 58:679-688.
- Freeman, J.A. and C.G. Woodbridge 1960. *Proc. Am. Oc. Hort. Sci.* 76, 515.
- Grierson, D and Kader, A.A. 1986. Fruit ripening and quality. In *The Tomato Crop*. Atherton, J.G. and Rudich, J. Ed., Chapman and Hall, New York, 241-280.
- Hayase, F.; Chung, T. Y. and Kato, H. 1984. Changes of volatile components of tomato fruits during ripening. *Food Chem.*, 14:113-124.
- Hewitt, J.D. 1980. Physiological basis of genotypic variation for solids content of tomato fruits. PhD thesis, Univ.of California, Davies.
- Ho, L.C. 1980. Control of import into tomato fruits. *Ber.Deutsch.Bot.Ges.*,93:315-325.
- Ho, L.C. 1996. Tomato. In *photoassimilate distribution in plants and crops:Source-sink relationships*. Zamski, E. And Shaffer, A.A. Eds. Marcel Dekker, Inc.New York, 709-728.
- Ho, L.C. 1998. Improving tomato fruit quality by cultivation. In : *Genetic and environmental manipulation of horticultural crops*. (Cockshull, K.E; Gray, D.; Seymour, G.B and Thomas, B. Eds.) CAB int.Wallingford.17-30.
- Ho, L.C. and Adams, P. 1994. The physiological basis for high fruit yield and susceptibility to calcium deficiency in tomato and cucumber. *J.of Hort.Sci.* 69:367-376.
- Ho, L.C. and Hewitt, D. 1986. Fruit development. In *the tomato crop*. Atherton, J.G. and Rudich, J. Ed., Chapman and Hall, New York, 201-240.
- Ho, L.C.; Sjut,V. and Hoad, G.V. 1983. The effect of assimilate supply in fruit growth and hormone levels in tomato plants. *Plant Growth Regulat.*1:155-171.
- Hobson, G.E. 1967. Starch in tomato fruit. *Ann. Rep. Glasshouse Crop Res. Ins.*, 130-134.
- Hobson, G.E. and Davies, J.N., 1971. The Tomato, In *the biochemistry of fruits and their products*, Vol 2, Hulme, A.C. Ed., Academic Press, London, 437-482.
- Hobson, G.E.; Davies, J.N. and Winsor, G.W. 1977. Ripening disorder of tomato fruit. *Grower's Bull. No.* 4, Glasshouse Crops Res. Inst. 24, pp.
- Islam, S.M. 2001. Sucrose metabolism in domesticated cherry tomato, *Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme Alef.*, and purification of sucrose synthase. *J.of Hort. Science & Biotech.* 76:40-47.
- Islam, S.M. and Khan, S. 2000. Changes in quality characteristics of three tomato cultivars maturing at seven different sowing times. *Tropical Agriculture*, 77:236-243.

- Islam, S.M.; Matsui, T. and Yoshida, Y. 1996. Effect of carbon dioxide enrichment on physico-chemical and enzymatic changes in tomato fruits at various stages of maturity. *Scien. Hort.* 65:125-136.
- Kader, A.A.; Stevens, M.A.; Albright-Holton, M.; Morris, L.L. and Algazi, M. 1977. Effect of fruit ripeness when picked on flavor and composition in fresh market tomatoes. *J.Am.Soc.Hort.Sci.*, 102:724-731.
- Kader, A.A.; Morris, L.L.; Stevens, M.A. and Albright-Holton, M. 1978. Amino acid composition and flavour of fresh market tomatoes as influenced by fruit ripeness when harvested. *J.Am.Soc.Hort.Sci.*, 103:541-544.
- Kaynaş, K. ve Sürmeli, N. 1994. Farklı olgunluk dönemlerindeki domates meyvelerinin bazı kimyasal özellikleri ve solunum hızındaki değişimler. *Tr. J. of. Agricultural and Forestry* 18:71-94.
- Khudairi, A.K. 1972. The ripening of the tomato. *Am.Sci.*, 60:696-707.
- Knee, M. and Finger, F.L. 1992. NADP⁺-malik enzyme and organic acid levels in developing tomato fruits. *J.Am.Soc.Hort.Sci.*, 117:799-801.
- La Vecchia, C. 1997. Mediterranean epidemiological evidence on tomatoes and prevention of digestive-track cancers. *Pro. of the Soc.Exp. Biol. And Med.* 218:125-128.
- Lachover, D. 1972. The effect of potassium on a 'Roma' variety of processing tomato, with special reference to potassium uptake, yield and quality. *Qual.Plant. Mater.Veg.* XXI 3:165-177.
- Matthews, R.F.; Crill, P. and Burgis, D.S. 1973. Ascorbic acid content of tomato varieties. *Proc.Florida StateHort.Soc.*, 86:242-245.
- Lambeth, V.H.; Straten, E.F. and Fields, M.L. 1966. Fruit quality attributes of 250 foreign and domestic tomato accessions. *Res.Bul.908, Agr.Exp. Sta.Univ. Mo.*
- Meredith, F.I. and Purcell, A.E. 1966. Changes in the concentration of carotenes of ripening homestead tomatoes. *Proc. Am.Soc.Hort.Sci.*, 89:544.
- Miron, D. and Schaffer, A.A. 1991. Sucrose phosphate synthase, sucrose synthase, and invertase activities in developing fruit of *Lycopersicon esculentum* Mill. and the sucrose accumulating *Lycopersicon hirsutum* Humb. And Bonpl. *Plant Physiol.* 95:623-627.
- Petersen, K.K.; Willumsen, J. And Kaack, K. 1998. Composition and taste of tomatoes as affected by increased salinity and different salinity sources. *J. Of Hort. Scie.& Biotech.* 73:205-215.
- Petro-Turza, M. 1987. Flavor of tomato and tomato products. *Food Rev. Int.* 2 (3):309-351.
- Picha, D.H. 1986. Sugar and organic acid content of cherry tomato fruit at different ripening stages. *Hort.Sci.* 22(1):94-96.
- Picha, D.H. 1987a. Effects of harvest maturity on the final fruit composition of cherry and large fruited tomato cultivars. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 111(5):723-737.
- Picha, D.H. 1987b. Physiological factors associated with yellow shoulder expression in tomato fruit. *J.Amer.Soc. Hort.Sci.* 112:798-801.
- Sakiyama, R. 1966. Changes in acid content of tomato fruits during development. *J.Jap. Soc.Hort.Sci.* 35:36-42.
- Sakiyama, R. and Stevens, M.A. 1976. Organic acid accumulation in attached and detached tomato fruits. *J. Amer. Soc. Hort.Sci.* 101:394-396.
- Salunkhe, D.K.; Jadhav, S.J. and Yu, M.H. 1974. Quality and nutritional composition of tomato fruit as

- influenced by certain biochemical and physiological changes. *Qualitas Plantarum*, 24:85-113.
- Stevens, M.A. 1986. Inheritance of tomato fruit quality components. *Plant. Breeding Rev.* 4:273-311.
- Stevens, M.A.; Kader, A.A. and Albright-Holton, M., 1977. Intercultivar variation in composition of locular and pericarp "portions of fresh market tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort.Sci.*102:689-697.
- Stevens M.A. and Rick, C.M. 1986. Genetics and breeding. In the tomato crop. Atherton, J.G. and Rudich, J. Ed., Chapman and Hall, New York, 35-110.
- Stuart, N.T. and Effiuvwevwere, B.J.O. 1988. Changes in organic acids in chilled tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill). *J.Sci.Food Agric.*, 44:309-319.
- Tanaka , A.; Fujita, K. and Kikuchi, K. 1974, Nutrio-physiological studies on the tomato plant III Photosynthetic rate of individual leaves in relation to the dry matter production of plants. *Soil Sci.Pl.Nutr.*, 20:57-68.
- Tigchelaar, E.C. 1986. Tomato breeding. In breeding vegetable crops, Basset, M.J. Ed., AVI, 135-171.
- Tomes, M.L. 1963. Temperature inhibition of carotene biosynthesis in tomato. *Bot.Gaz.* 124:180-185.
- Trudel, M.J. and Ozbun, J.L. 1971. Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. *J.Amer.Soc. Hort.Sci.* 96:763-765.
- Um, Y.C.; Katsura, N. and Yoshioka, H. 1991. Changes in the sugar contents and invertase activities in young fruits of tomato and melon. *Research Reports Of The Rural Development Admin. Horticulture* 33(1):7-15.
- Varga, A. and Bruinsma, J., 1986. Tomato, in handbook of fruit set and development. Monselise S.P. Ed. CRC Press, Boca Raton, 461-480.
- Ward, G. M. 1964. Greenhouse tomato nutrition – a growth analysis study. *Plant Soil*, 21:125-133.
- Watada, A.E.; Noris, K.H.; Worthington, J.T. and Massie, D.R. 1967. Estimation of chlorophyll and carotenoid contents of whole tomato by light absorbance technique. *J.Food Sci.* 41:329-332.
- Winsor, G.W. 1966. Some factors affecting the composition, flavour and firmness of tomatoes. *Sci.Hort.*,18:27-32.
- Winsor, G.W.; Davies, J.N. and Massey, D.M. 1962. Composition of tomato fruit III. Juices from whole fruit and locules at different stages of ripeness. *J. Sci. Food Agric.* 13:108-115.
- Winsor G.W.; Davies, J.N. and Long, M.I.E. 1967. The effects of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and lime in factorial combination on the yields of glasshouse tomatoes. *J. Hort.Sci.*42:277-288.
- Winsor G.W. and Long, M.I.E. 1967. The effects of nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium and lime in factorial combination on ripening disorders of glasshouse tomatoes. *J. Hort.Sci.*42:323-324.
- Yamaguchi , M.; Howard, F.D.; Luh, B.S. and Leonard, S.J. 1960. Effect of ripeness and harvest dates on the quality and composition of fresh canning tomatoes. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* 76:560-567.
- Yelle, S., Hewitt, J.D., Robinson, N.L. Damon, S. and Bennet, A.B. 1988. Sink metabolism in tomato fruit III. Analysis of carbohydrate assimilation in a wild species. *Plant Physiol.* 87:737-740.
- Yelle, S.; Chetelat, R.T.; Dorais, M.; Deverma, J.W. and Bennet, A.B. 1991. Sink metabolism in tomato fruit.IV. Genetic and biochemical analysis of sucrose assimilation. *Plant Physiology*, 95:1026-1035.
- Yu, M.H.; Olson, L.E. and Salunkhe, D.K. 1967. Precursors of volatile components in tomato fruit. I. Compositional changes during development. *Phytochemistry*, 6:1457-1465.