

Üzüm Tanesinin Histokimyasal Yapısı

Birhan KUNTER¹ Sevil CANTÜRK¹ Nurhan KESKİN²

ÖZET: Üzüm taneleri, karmaşık ve çok yönlü biyokimyasal ünitelerdir. Gelişmeleri ve olgunlaşmaları süresince büyüklük, kompozisyon, renk, tekstür, tat ve aroma bakımından birbirini izleyen değişim süreçleri geçirmektedir. Üzüm taneleri; su, şekerler, organik asitler, vitaminler ve mineralleri bünyesine alarak bunları biriktirmekte, fenolik bileşikler ile aroma maddeleri sentezlemektedir. Günümüzde histokimyasal çalışmalarla üzüm tanesini meydana getiren hücre ve dokuların yapısal ve kimyasal özellikleri açığa çıkarılabilmektedir. Taneye ait hücrelerin histolojik ve histokimyasal yapısı tane dokularına farklı özellikler kazandırmaktadır. Bu nedenle histokimyasal incelemeler, kalite özelliklerinin belirlenmesi ve anlaşılmasında önemli bilgiler taşımaktadır. Bu çalışmada, tane-kalite ilişkisini açıklamaya yönelik histolojik ve histokimyasal bilgiler derlenerek araştırmacılara sunulması hedeflenmiştir.

Anahtar kelimeler: Üzüm, tane hücresi, tane kabuğu, tane eti, histokimyasal yapı, olgunlaşma.

Histochemical Structure of Grape Berry



ABSTRACT: Grape berries are highly complex and multi-way biochemical units. During development and maturation period, they undergo consecutive modifications in terms of size, composition, color, texture, flavor and aroma. By intake water, sugars, organic acids, vitamins and minerals, grape berries accumulate these and synthesize phenolic compounds and aromatic substances. Nowadays, structural conditions and chemical properties of cells and tissues contained grape berries can be exposed by histochemical studies. Histological and histochemical constructions of grape berry cells bring berry tissues in different characteristics. Therefore, histochemical investigations have important information for understanding and determining of quality characteristics. The aim of this review is to present the literature based on histologic and histochemical knowledge to clarify relationships between berry and quality.

Key words: Grape, berry cell, berry skin, pulp, histochemical structure, ripening

¹ Ankara Üni., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri, Ankara, Türkiye

² Yüzüncü Yıl Üni., Ziraat Fak., Bahçe Bitkileri, Van, Türkiye

Sorumlu yazar/Corresponding Author: Nurhan KESKİN, keskin@yyu.edu.tr

GİRİŞ

Asma çok hücreli bir organizma olup; yapılarına, bileşimlerine ve fonksiyonlarına göre özelleşmiş çok sayıda hücreyi bünyesinde bulundurmaktadır. Farklı işlevleri olan bu hücreler kendi aralarında gruplaşarak bir araya geldiklerinde, asmanın bir bütün olarak verimli çalışmasına hizmet etmektedirler.

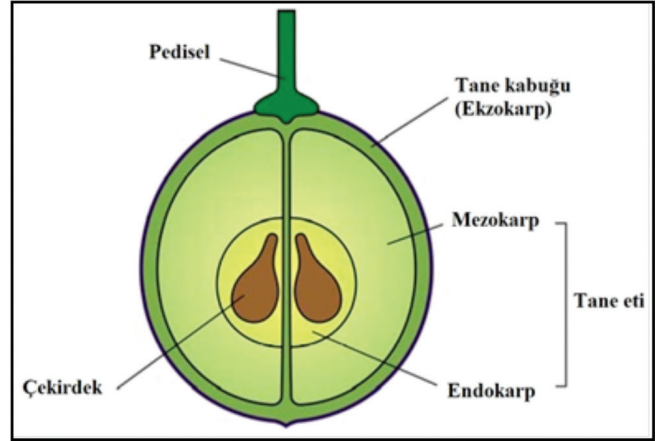
Üzümün tüketilen kısmı olan meyvesi, yumurtalığın döllenmesi sonucunda, karpel dokusunun gelişmesiyle meydana gelmekte ve “tane” olarak adlandırılmaktadır. Tane, döllenme biyolojisine bağlı olarak, tane tutumundan olgunlaşmaya kadar morfolojik, anatomik ve biyokimyasal değişimlerle özgün yapısını kazanmaktadır. Üzüm tanesini meydana getiren hücreler, temel bitki hücresine ait kısımlardan oluşmaktadır. Çok genel olarak bunlar hücre çeperi, protoplazma, sitoplazma, nükleus, plastitler ve vakuollerdir. Ancak taneye ait hücreler, farklı morfolojik, anatomik ve histokimyasal özellikleri ile tane dokularına farklı özellikler kazandırmaktadır. Üzüm tanesi hücrelerinde özellikle hücre çeperi ve vakuollerin histokimyasal yapı ve davranışları tane gelişim süreçlerinde önem kazanmaktadır.

Üzüm tanesinin hücre çeperleri, lipit ve proteinlerden oluşmakta ve üzüm için kalite kriterleri olan şekerler, organik asitler, fenolik bileşikler, mineraller ve aroma maddeleri gibi birçok organik bileşenin dağılmasını önleyen bir bariyer oluşturmaktadır (Doco et al., 2003). Tane kabuğunda bulunan hücre çeperlerinin %30'u nötral polisakaritlerden (selüloz, ksiloglukan, arabinan, galaktan, ksilan ve mannan), %20'si asidik pektik maddelerden (%62'si esterlenmiş metil), yaklaşık %15'i çözünmeyen proantosiyanidinlerden ve %5'den azı yapısal proteinlerden oluşmaktadır (Lecas and Brillouet, 1994). Hücre çeperlerinin kalınlığı ve çeperi oluşturan maddelerin oranı, tanenin tekstürünü etkilemektedir.

Üzüm tanesi hücrelerinde bulunan vakuoller meyve kalitesine doğrudan katkıda bulunan depolama fonksiyonu nedeniyle önem kazanmaktadır. Bir vakuol, tonoplast adı verilen biyolojik bir membran ile çevrelenmiş olup, tane dokularına dağılmış halde bulunan şekerler, organik asitler, aroma maddeleri, su ve iyonların hücresel deposudur. Ben düşmeden sonra, vakuollerde su ve kuru madde birikimi ile hücrelerde hacim artışı meydana gelmekte ve bunun sonucu olarak da tane iriliği artmaktadır (Fontes et al., 2011).

Üzüm Tanesinin Histolojik Yapısı

Üzüm tanesi, histolojik olarak tane kabuğu (ekzokarp), tane eti (mezokarp ve endokarp) ve çekirdekler olmak üzere üç ana bölümde incelenmektedir (Şekil 1). Bu bölümlerin genel histolojik özellikleri aşağıda açıklanmıştır.

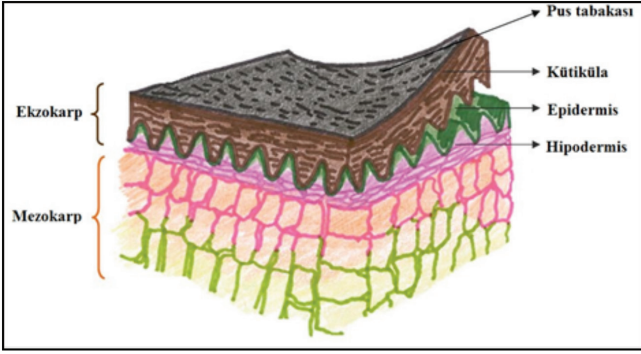


Şekil 1. Üzüm tanesinin kesiti (Conde et al., 2007)

Tane kabuğu

Tane kabuğu, tanenin toplam kuru ağırlığının %5-12 kadarını oluşturmaktadır. Taneyi fiziksel ve iklimsel zararlanmalar, su kaybı, fungal enfeksiyonlar ve ultra viyole ışınlarına karşı koruyan hidrofobik bir bariyer olarak görev yapmaktadır. Tanede bulunan renk, tat ve aroma maddelerinin büyük çoğunluğu tane kabuğundaki hücre tabakalarında bulunmaktadır (Pinelo et al., 2006). Tane kabuğu, histolojik olarak üst üste binmiş üç tabakaya ayrılabilir (Şekil 2). (1) Kütikula, tane kabuğunun en dış tabakası olarak tanımlanır. Bu tabaka hidroksillenmiş yağ asitlerinden oluşmuştur. Üzeri hidrofobik pus tabakası ile örtülüdür. (2) Epidermis, düzenli hücre yığınlarından oluşan bir veya iki tabakadan meydana gelmiştir. (3) Hipodermis, tane etine en yakın tabakadır. Tane kabuğundaki fenolik maddelerin büyük bir kısmını bulduran birkaç hücre tabakasından oluşmuştur (Lecas and Brillouet, 1994).

Üzüm tanelerinin kabuklarındaki hücre tabakası sayısı ve tabakaların kalınlığı çeşide özgü olmakla birlikte genel olarak 6-8 tabakalı bir yapılanma göstermektedir.



Şekil 2. Tane kabuğunun tabakaları (Pinelo et al., 2006)

Kabuğun tabakalaşması, üzümün hasat, taşıma, depolama sırasındaki dayanıklılığını ve kurutmalık üzümde kurutma sırasında oluşan su kaybını etkilemektedir (Winkler et al., 1974; Dokoozlian, 2000).

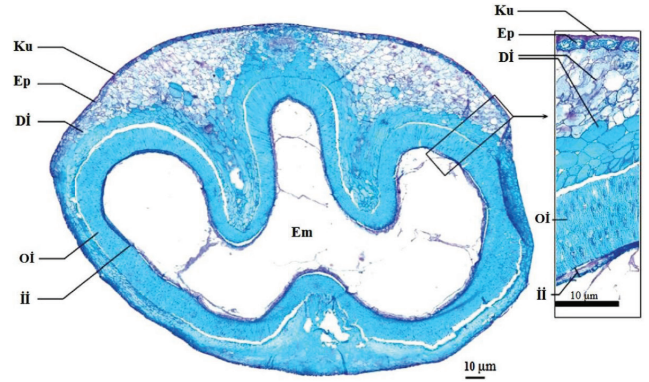
Tane eti

Tane eti ya da mezokarp, tanenin en büyük bölümünü oluşturmaktadır. Mezokarpın, çekirdekleri içine alan kısmına endokarp adı verilmektedir. Mezokarp dokusu, 25-30 sıra hücre tabakasından oluşmaktadır. Merkezden çevreye doğru ışınal demetler halinde yayılan, büyük vakuollü, ince çeperli ve geniş (300-400 µm çapında) parankima hücreleridir. Olgunlaşma süresince taneye su, şeker ve diğer organik maddelerin taşınımını sağlayan ksilem ve floem dokuları mezokarpın yapısında bulunmaktadır. Bu dokular, taneye vasküler iletim demetleri vasıtasıyla ulaşmaktadır (Mullins et al., 1992; Dokoozlian, 2000; Cabanne and Donéche, 2001).

Çekirdek

Üzüm tanesinde çekirdeğin bulunması ve gelişmesi, tane büyümesi ve gelişmesi açısından büyük öneme sahiptir. Çekirdek ağırlığı, tane ağırlığının %10'una kadar ulaşabilmektedir. %5-8 oranında tanen ve %10-20 oranında da yağ içermektedir (Winkler et al., 1974). Çekirdek üç ana bölümden oluşmaktadır. Bunlar tohum kabuğu, endosperm ve embriyodur. Tohum kabuğunda dış, orta ve iç olmak üzere histolojik olarak farklı üç integüment tanımlanmıştır (Şekil 3).

Dış integüment ya da yumuşak tohum kabuğu, kütikula, epidermis ve parankimatik dokudan oluşan ince çeperli büyük hücrelerden meydana gelmiştir. Orta integüment ya da sert tohum kabuğu, ligninleşip kalın-



Şekil 3. Üzüm çekirdeğinin histolojik yapısı (Cadot vd., 2006): Ku: kütikula, Ep: epidermis, Dİ: dış integüment, Oİ: orta integüment, İİ: iç integüment, Em: embriyo.

laşmış iki hücre tabakası ile tanımlanmaktadır. İç integüment ise, üç hücre tabakasından meydana gelmiştir. Olgunlaşma sırasında tohum kabuğunun tabakaları ligninleşerek, çekirdeklere sert bir yapı kazandırmaktadır (Cadot et al., 2006).

Üzüm Tanesinin Histokimyasal Yapısı

Histolojik yapıyı oluşturan hücrelerin üzüme özgü biyokimyasal öğeleri sentezleme ve biriktirme özelliklerinin incelenmesi, üzüm tanesinin histokimyasal yapısını oluşturmaktadır. Şekerler, organik asitler, fenolik maddeler, mineraller ve aroma maddeleri üzüm tanesinde histokimyasal yapının ana öğeleri olarak incelenmiştir. Yapısal bir doku olmamakla birlikte, bağcılık terminolojisinde "pus tabakası" olarak adlandırılan kimyasal katman histokimyasal yapı kapsamında değerlendirilmektedir. Pus tabakası, tane kabuğunun üzerinde ince mumsu bir katmandır. Tane kabuğu ağırlığının %1-2'sini oluşturduğu ve yaklaşık 0.1 mg/cm² ağırlığında olduğu belirtilmektedir (Radler, 1970). İçeriğinin %78.8 oleanolik asit, %10.3 alkol, %4 ester, %2.7 yağ asitleri, %2 aldehit ve %0.7 parafinden oluştuğu saptanmıştır (Radler, 1965). Kalınlığı çeşitlere göre değişen bu hidrofobik tabaka, olgun taneyi transpirasyondan kaynaklanan su kaybına, mekanik zararlara, güneş yanıklığına karşı korumakta ve fungal enfeksiyonlara neden olan nemin tane üzerinden akıp gitmesini sağlamaktadır. Bunun yanında sofralık üzümlerin görsel çekiciliğini artıran önemli bir özellik olarak da kabul edilmektedir.

Şekerler

Yapraklarda karbon asimilasyonu ile üretilen şekerler, floem yoluyla taneye taşınmaktadır. Tanedeki şekerin diğer bir kaynağı malik ve tartarik asitten sentezlenen şeker olup, miktarı çok azdır. Yapraklardan taneye taşınan şekerler sukroz formundadır. Sukroz, taneye ulaştığında invertaz enzimi yardımıyla glukoz ve fruktoza dönüşmektedir. Bu dönüşümün apoplastta, sitoplazmada ya da doğrudan vakuollerde meydana geldiği düşünülmektedir (Coombe, 1992). Bu iki şekerin miktarları, tanenin olgunlaşması süresince sürekli değişmekte ve olgunluk aşamasında oransal eşitliğe (1:1) ulaşmaktadır. Tanede ayrıca sukroz, rafinoz, staçiyoz, melibiyoz, maltoz ve galaktoz şekerleri de az miktarlarda bulunmaktadır. Tanedeki şekerler, ben düşmeden sonra ağırlıklı olarak mezokarp hücrelerinin vakuollerinde depolanmakta, az miktarda da ekzokarp tabakasında bulunmaktadır (Lund and Bohlmann, 2006). Şeker içeriği en yüksek olan hücreler, tane kabuğuna en yakın bölgedekilerdir.

Organik asitler

Üzümün tadında hissedilen ekşilik, içindeki serbest ve yarı bağlı organik asitlerden ileri gelmektedir. Organik asitler, üzüm tanelerinin olgunluk durumlarının belirlenmesinde şekerlerle birlikte dikkate alınmakta ve olgunluk indisinin hesaplanmasında kullanılmaktadır.

Organik asitlerin hem yapraklarda hem de tanelerde sentezlenerek floem yoluyla taşındığı bilinmektedir. Ancak biyokimyasal mekanizmaları ve hücresel lokalizasyonları halen tam olarak anlaşılabilmiştir (Fontes et al., 2011). Üzüm tanesinde en fazla miktarda bulunan organik asitler sırasıyla tartarik, malik ve sitrik asittir. Tartarik asit, olgunluk zamanının saptanması yönünden pratikte önem taşımaktadır. Histolojik olarak en fazla endokarpıda bulunur. Malik asit ise olgunluk aşamasında en fazla miktarda tane kabuğunda bulunmaktadır (Ford, 2012). Tartarik, malik ve sitrik asitler, vakuollerde depolanmaktadır (Winkler et al., 1974). Üzüm taneleri bu üç büyük asit grubunun dışında çok az miktarlarda olmak üzere 20'den fazla organik asit içermektedir (Fuleki et al., 1993).

Fenolik maddeler

Fenolik maddeler, bitkilerin yapısında bulunan, genel olarak bir aromatik halkaya bağlanmış hidroksil grubu içeren ikincil bitki ürünleridir. Flavonoidler ve nonflavonoidler (flavonoid olmayan) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Flavonoid grubu, flavanoller (tanenler), flavonoller ve antosiyaninler; flavonoid olmayan grup ise, fenolik asitler ve stilbenlerden oluşmaktadır (López-Vélez et al., 2003). Fenolik maddeler, renk, tat ve aromadan sorumlu olmaları ile şaraplık ve sofralık üzüm çeşitleri için önemli kalite kriterleri olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca bu bileşiklerin beslenme ve sağlık üzerinde de destekleyici etkileri bulunmaktadır. Üzümlerdeki fenolik maddelerin %33'ü tane kabuğunda, %4.1'i tane etinde ve %62,6'sı çekirdeklerde bulunmaktadır (Deryaoğlu, 1997).

Hücrede fenolik maddelerin biyosentezi sitoplazmada gerçekleşmektedir. Son ürünler hücre zarı ve vakuollere taşınmakta ve depolanmaktadır (Kitamura, 2006). Farklı bitki türlerinde yapılan araştırmalar, hücre nükleusunda da fenolik maddelerin varlığını göstermiştir (Pinelo et al., 2006).

Antosiyaninler, fenolik maddelerin çok geniş ve önemli bir alt grubudur. Üzümlerin kendilerine özgü kırmızı, mavi ve mor tonlardaki renklerini veren doğal renk maddeleridir (Ho et al., 2001). Üzümde ben düşme aşamasında oluşmaya başlar ve olgunlaşma süresince birikerek, olgunluktan sonra en yüksek düzeye ulaşırlar. Üzümlerde bulunan antosiyanidin pigmentleri malvidin (mor), siyanidin (kırmızı), peonidin (açık kırmızı), petunidin (mavi-mor) ve delfinidin (koyu mavi) olarak bilinmektedir.

Mikroskopik gözlemlere göre antosiyaninler, tane kabuğunun hipodermis dokusundaki 3-4 sıra hücre tabakasında yer almaktadır. Şekilsiz kümeler veya ince granüller halinde hücre zarında veya sitoplazmasında oluşabilmekte, ancak çoğunlukla vakuollerde bulunmaktadır (Winkler et al., 1974). Antosiyaninler endoplazmik retikulumun (ER) sitoplazmaya bakan yüzeyinde sentezlenir ve glikozile olduktan sonra vakuollere taşınırlar (Grotewold, 2004). Belirgin renklerini de vakuollere taşındıktan sonra aldıkları düşünülmektedir. Vakuollere geldikten sonra iyonize olarak "antosiyanik vakuolar inklüzyonlar (AVI)" adı verilen yapılar halinde depolanmaktadır. Üzüm tanesi hücrelerindeki

AVI'lerin, farklı antosiyaninlerin karışımı, uzun zincirli tanenler, az miktarda protein ve henüz tanımlanmamış bazı organik maddeler içeren ve bir lipid membranla örtülmüş küresel yapılar olduğu belirlenmiştir. Bu yapılar, bazen sitoplazmada kesecikler halinde de gözlemlenmekte, bunlar da “antosiyanoplast (ACP)” olarak adlandırılmaktadır (Conn et al., 2010).

Tanenler, üzüm tanelerinin kabuklarında, saplarında ve çekirdeklerinde bulunan, fenolik bileşiklerle şekerlerin esterlerinden oluşan kompleks yapılardır (Harbetson et al., 2002). Kimyasal olarak, hidrolize olabilen tanenler ve kondanse tanenler (kateşik tanenler) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Üzümlerin doğal bileşenleri olan kondanse tanenler, meyveye verdiği buruk tat nedeniyle, üzümlerin ve şarapların lezzeti üzerinde etkilidir. Üzüm kabuklarında, histolojik olarak üç grup tanen belirlenmiştir. İlk grup, epidermisten mezokarpa doğru azalan miktarda granüller halinde görülen ve vakuollerde bulunan serbest tanenlerdir. İkinci grup bağlı tanenler olup, tonoplastın iç yüzeyindeki proteinlere bağlı olarak bulunurlar. Üzüm tanesindeki tanenlerin %80'i bu vakuollerde depolanmakta ve özel olarak “tanen vakuolleri” adını almaktadır. Üçüncü grup ise, hücre zarlarındaki polisakaritlere ozmotik bağlarla bağlı tanenlerden oluşmaktadır (Amrani-Joutei et al., 1994; Gagné et al., 2006). Ekstraksiyon sırasında çözünerek taneden şaraba geçen tanen miktarı, hücre zarına bağlı tanenler nedeniyle sınırlanmaktadır. Tane kabuğu hücre zarlarının %15'inin çözünmez tanenlerden oluştuğu belirlenmiştir. Üzüm tanesinin çekirdeği de tanenler bakımından zengindir. Tohum kabuğunun farklı tabakalarında büyük miktarda tanen bulunmaktadır (Lecas and Brillouet, 1994; Hanlin et al., 2010).

Flavonoller, beyaz ve siyah üzümlerde bulunan pigmentlerdir. Fakat sarı renkten sorumlu olmaları nedeniyle beyaz üzümlerde daha çok önem taşırlar. Üzümde kemferol, kuersetin, mirisetin ve izorhamnetin flavonollerinin bulunduğu belirtilmektedir. Şekerlerle (özellikle glukoz) birleşerek tanede glikozitler halinde bulunmaktadır (Adams, 2006). Histolojik olarak tane kabuğunun hipodermis tabakasında biriktirilmekte, çok az miktarlarda da çekirdek ve tane etinde bulunmaktadır. Hücrelerdeki depolanma yerleri ise vakuollerdir (Moskowitz and Hrazdina, 1981).

Fenolik maddelerin bir başka alt grubu olan fenolik asitler, kimyasal yönden hidroksisinnamik ve hidroksibenzoik asitler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Bunlar renksiz bileşikler olup, oksidasyona bağlı olarak sarı renk almaktadırlar (Haslam, 1998). Mezokarp dokusunun fenolik kompozisyonu, ağırlıklı olarak hidroksisinnamatlardan oluşmaktadır. Bu bileşikler az miktarda tane kabuğundaki hipodermal hücrelerde de bulunmaktadır. Benzoik asitlerin ise sadece tane kabuğunda bulunduğu bildirilmektedir (Häkkinen, 2000).

Stilbenler, asmada odunsu yapılarda (bir yaşlı dal, çekirdek, salkım iskeleti) yapı maddesi olarak bulunan, tane kabuğu ile yaprakta ise biyotik veya abiyotik stres koşulları altında biriktirilen ve fitoaleksinin aktivitesi gösteren fenolik madde grubudur. Bu bileşiklerden *trans*-resveratrol (3,5,4'-trihidroksi-stilben), asmada yüksek miktarda sentezlenen bir fitoaleksindir. Stilbenler *V. vinifera* üzümlerinde ekzokarp dokusunda bulunurken, *V. labrusca* üzümleri hem ekzokarp hem de mezokarp tabakasında stilben biriktirebilmektedir (Hall and De Luca, 2007). Stilbenlerin hücresel birikimi ise hücre zarlarında olmaktadır (Fornara et al., 2008).

Mineraller

Bitkiler mineral maddeleri, topraktan kökler yoluyla alırlar. Üzüm tanesinin taze ağırlığının % 0.2-0.6'sını mineral maddeler oluşturmaktadır. Histolojik incelemelerde depo yerlerinin vakuoller olduğu belirlenmiştir (Possner and Kliewer, 1985). Mineraller, tane taşınma durumlarına göre floem yoluyla taşınanlar, floem yoluyla koşullara bağlı olarak taşınanlar ve ksilem yoluyla taşınanlar olarak üç gruba ayrılmaktadır (Welch, 1986).

Floem yoluyla taşınan minerallerin başlıcaları, potasyum, fosfor, magnezyum ve kükürttür. Üzüm tanesinde en fazla miktarda bulunan mineral potasyum olup, tane kabuğunun hipodermis dokusunda ve tane etinde çekirdeğe yakın bölgelerde yüksek konsantrasyonda bulunmaktadır. Çekirdeklerde ise az miktarda depolanmaktadır (Possner and Kliewer, 1985). Fosfor, magnezyum ve kükürt mineralleri, çoğunlukla çekirdekte depolanmaktadır (Rogiers vd., 2006).

Floem yoluyla koşullara bağlı olarak taşınan mineraller, bor, demir, bakır ve çinkodur. Bor, demir ve

bakır tane kabuğu ve tane etinde biriktirilirken, çinko ağırlıklı olarak çekirdeklerde depolanmaktadır. Tanedeki çinkonun %42'si çekirdeklerde bulunmaktadır (Rogiers et al., 2006).

Ksilem yoluyla taşınan mineraller, kalsiyum ve mangandır. Hücre zarlarının yapısında yüksek miktarda bulunan kalsiyum, histolojik olarak en fazla miktarda çekirdeğin etrafındaki ve tane kabuğunun hemen altındaki tabakalarda bulunmaktadır (Possner and Kliwer, 1985). Mangane ise %55 oranında çekirdeklerde depolanmaktadır (Rogiers et al., 2006).

Aroma Maddeleri

Üzümlerde aroma, tat ve kokunun bileşiminden oluşan bir özelliktir. Aroma maddelerinin yoğunluğu ve tipleri üzüm çeşitlerine göre farklılık göstermektedir. Çoğunlukla tanenin kabuğunda biriktirilmekte, daha az miktarda da tane etinde bulunmaktadır (Luan and Wüst, 2002). Üzümlerdeki aroma maddeleri uçucu koku veren özellikteki serbest aroma maddeleri ve uçucu olmayan kokusuz özellikte olup organik bileşiklere bağlı olan öncül aroma maddeleri olmak üzere iki şekilde bulunmaktadır (Cabaroğlu, 2003). Aroma maddeleri, histolojik olarak vakuollerde biriktirilmektedir. Ancak, ben düşmeden sonra klorofillerini kaybeden plastitlerin de bazı aroma maddelerinin sentez ve depo yeri olduğu düşünülmektedir (Fontes et al., 2011).

Üzümlerde üretilen aroma maddelerinin önemli grupları, terpenler, norisoprenoidler (özellikle C13-norisoprenoidleri), organo-sülfür bileşikleri (tiyoller) ve metoksiprazinlerdir (Fontes et al. 2011). Terpenler, misket aromasını oluşturan bileşikler olup, tanede hem bağlı hem de serbest formlarda bulunur. Endoplazmik retikulumda sentezlenir ve vakuollerde depolanırlar (Günata et al., 1985). Norisoprenoidler tanede bağlı formlarda bulunurlar ve daha çok mezokarp hücrelerindeki vakuollerde biriktirilirler. Miktarları ben düşmeden sonra artış gösterir. Organo-sülfür bileşiklerinin birikimi genellikle tane kabuğu ile sınırlıdır. Diğerleri gibi bu grup da vakuollerde biriktirilir (Francis and Newton, 2005). Şarapların aromasına katkıda bulunan metoksiprazinler ise tane kabuğunda bulunur.

Vitaminler

Genel olarak üzümlerdeki vitamin miktarları olgunlaşma süresince artmaktadır. *Vinifera* çeşitlerinde, vitaminler ağırlıklı olarak tane kabuğunda biriktirilmektedir. Üzüm, B grubu vitaminlerinden tiamin (B1) bakımından zengin olarak tanımlanmıştır. C vitamini (askorbik asit) miktarı orta düzeydedir. Değişik araştırmacıların farklı ekolojilerdeki üzüm çeşitlerinde yaptıkları araştırmalarda, üzüm tanelerindeki askorbik asit miktarı 0.6-12.5 $\mu\text{g}100\text{g}^{-1}$ arasında bulunmuştur. Üzüm taneleri, yüksek tanen içerikleri dolayısıyla P vitamini bakımından zengin bir doğal kaynak olarak değerlendirilmektedir. Vitaminlerin histolojik olarak tanede bulunuşu konusunda ayrıntılı bilgilere ulaşılamamış olmakla birlikte, tane eti ve tane kabuğunda buldukları kabul edilmektedir (Ağaoğlu, 2002).

SONUÇ

Üzüm tanesini meydana getiren dokular ve bu dokulara ait hücrelerin tane tutumundan olgunlaşmaya kadar geçen süreçte histokimyasal olarak incelenmesi, dokuların anatomisi hakkında bilgi verdiği gibi, makro moleküllerin dağılımı ve birikimi konusunda da bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Böylece asmanın üç boyutlu yapısının daha iyi anlaşılmasına imkân veren detaylara ulaşılması mümkün olmaktadır.

Bu derleme çalışmasında, asmada ürünün organografti düzeyinde temel birimi olan tanenin histokimyasal yapısı konusundaki kaynaklar araştırılmıştır. Ülkemiz bağıcılık çalışmalarına bakıldığında, tane histokimyası doku, hücre ve biyokimyasal ilişkileri yönüyle incelenmemiş bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle hazırlanan derleme çalışmasının, bağıcılıkta tane hedef alan bilimsel çalışmalar için yararlı olabileceği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- Adams, D.O., 2006. Phenolics and ripening in grape berries. *Am. J. Enol. Vitic.*, 57:249-56.
- Ağaoğlu, Y.S., 2002. Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi-I). Kavaklıdere Eğitim Yayınları; No:5 445 s. Ankara.
- Amrani-Joutei, K., Glories, Y., Mercier, M., 1994. Localization of tannins in grape berry skins. *Vitis* 33: 133-138.
- Cabaroğlu, T., 2003. Üzümlerde aroma maddeleri ve şarapçılık açısından önemi. *Gıda*, 28(6):599-605.
- Cadot, Y., Miñana-Castelló, M.T., Chevalier, M., 2006. Anatomical, histological, and histochemical changes in grape seeds from *Vitis vinifera* L. cv Cabernet franc during fruit development. *J. Agric. Food Chem.*, 54:9206-9215.
- Conde, C., Silva, P., Fontes, N., Dias, A.C.P., Tavares, R.M., Sousa, M.J., Agasse, A., Delrot, S., Gerós, H., 2007. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*; 1:1-22.
- Conn, S., Franco, C., Zhang, W., 2010. Characterization of anthocyanic vacuolar inclusions in *Vitis vinifera* L. cell suspension cultures. *Planta*; 231:1343-1360.
- Coombe, B.G., 1992. Research on development and ripening of the grape berry. *American Journal of Enology and Viticulture* 43:101-110.
- Cabanne, C., Donéche, B., 2001. Changes in polygalacturonase activity and calcium content during ripening of grape berries. *Am.J.Enol.Vitic.* 52:331-335.
- Deryaoğlu, A., 1997. Elazığ yöresinde yetişen siyah şaraplık Boğazkere ve Öküzgözü üzümünün olgunlaşması sırasında meydana gelen fiziksel ve kimyasal değişimler. Ç.Ü. Fen Bilimleri Ens. Gıda Müh. Anabilim Dalı Doktora Tezi, Adana, 148 s.
- Doco, T., Williams, P., Pauly, M., O'Neill, M.A., Pellerin, P., 2003. Polysaccharides from grape berry cell walls. Part II. Structural characterization of the xyloglucan polysaccharides. *Carbohydrate Polymers*, 53: 253-261.
- Dokoozlian, N.K., 2000. Grape Berry Growth and Development. Pages 30-37 in: Raisin Production Manual. University of California, Agricultural and Natural Resources Publication 3393, Oakland, CA.
- Fontes, N., Gerós, H., Delrot, S., 2011. Grape Berry Vacuole: A Complex and Heterogeneous Membrane System Specialized in the Accumulation of Solutes. *Am. J. Enol. Vitic.* 62(3): 270-278.
- Fornara, V., Onelli, E., Sparvoli, F., Rossoni, M., Aina, R., Marino, G., Citterio, S., 2008. Localization of stilbene synthase in *Vitis vinifera* L. during berry development. *Protoplasma*, 233: 83-93.
- Ford, C.M., 2012. The Biochemistry of Organic Acids in the Grape. *The Biochemistry of the Grape Berry*, (Editors: Gerós, H., Chaves, M.M. and Delrot, S.) Bentham Science Publishers. 67-88.
- Francis, I.L., Newton, J.L., 2005. Determining wine aroma from compositional data. *Aust. J. Grape Wine Res.* 11:114-126.
- Fuleki, T., Pelayo, E., Palabay, R., 1993. Carboxylic acid composition of authentic varietal and commercial grape juices. *Journal of AOAC International*, 76:591-600.
- Gagné, S., Saucier, C., Gény, L., 2006. Composition and cellular localization of tannins in Cabernet Sauvignon skins during growth. *J. Agric. Food. Chem*; 54:9465-9471
- Günata, Y.Z., Bayonove, C.L., Baumes, R.L. and Cordonnier, R.E., 1985. The aroma of grapes. The localization and evolution of free and bound fractions of some grape aroma components cv. Muscat during development and maturation. *J. Sci. Food Agric.* 36:857-862.
- Grotewold, E., 2004. The challenges of moving chemicals within and out of cells: Insights into the transport of plant natural products. *Planta*, 219: 906-909.
- Häkkinen, S., 2000. Flavonols and Phenolic Acids in Berries and Berry Products. Doctoral thesis. Kuopio University Finland. p. 92.
- Hall, D., De Luca, V., 2007. Mesocarp localization of a bi-functional resveratrol / hydroxycinnamic acid glucosyltransferase of Concord grape (*Vitis labrusca*). *Plant J* 49: 579-591.
- Hanlin, R.L., Hrmova, M., Harbertson J.F., Downey, M.O., 2010. Condensed tannin and grape cell wall interactions and their impact on tannin extractability into wine. *Aust. J. Grape Wine Res.* 16: 173-188.
- Harbertson, J.F., Kennedy, J.A., Adams, D.O., 2002. Tannin in skins and seeds of Cabernet sauvignon, Syrah, and Pinot noir berries during ripening. *Am. J. of Enol and Vitic.*, 53(1): 54-59.
- Haslam, E., 1998. Practical Polyphenolics. From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action. Cambridge University Press, p. 422.
- Ho, P., Silvia, M.C., Hogg, T.A., 2001. Changes in colour and phenolic composition during the early stages of maturation of port in wood, stainless steel and glass. *J. Science of Food and Agric.*, 81: 1269-1280.
- Kitamura, S., 2006. Transport of flavonoids: from cytosolic synthesis to vacuolar accumulation. In: Grotewold E ed. *Sc. of flavonoids*. Berlin D: Springer, 123-46.
- Lecas, M., Brillouet, J.M., 1994. Cell wall composition of grape berry skins. *Phytochemistry*, 35:1241-1243.
- López Vélez, M., Martínez-Martínez, F., Del Valle-Ribes, C., 2003. The study of phenolic compounds as natural antioxidants in wine. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(3): 233-244.
- Luan, F., Wüst, M., 2002. Differential incorporation of 1-deoxy-D-xylulose into (3S)-linalool and geraniol in grape berry exocarp and mesocarp. *Phytochemistry*; 60:451-459.
- Lund, S.T., Bohlmann, J., 2006. The molecular basis for wine grape quality-A volatile subject. *Science* 311:804-805.
- Moskowitz, A.H., Hrazdina, G., 1981. Vacuolar Contents of Fruit Subepidermal Cells from *Vitis* Species. *Plant Physiol.* 68: 686-692.
- Mullins, M.G., Bouquet, A., Williams, L.E., 1992. *Biology of Grapevine*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 239.

- Pinelo, M., Arnous, A., Meyer, A.S., 2006 .Upgrading of grape skins: significance of plant cell-wall structural components and extraction techniques for phenol release. Trends in Food Science and Technology; 17:579-90.
- Possner, D.R.E., Kliewer, W.M., 1985. The localization of acids, sugars, potassium and calcium in developing grape berries. Vitis 24: 229-240.
- Radler, F., 1965. The main constituents of the surface waxes of variety and species of the genus Vitis. Amer.J.Enol.Vitic., 16:159-167.
- Radler, F., 1970. Untersuchungen über das cuticular wachs von *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* berger und *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*. Angew. Bot. 44: 187-195.
- Rogiers, S.Y., Greer, D.H., Hatfield, J.M., Orchard, B.A., Keller, M., 2006. Mineral sinks within ripening grape berries (*Vitis vinifera* L.). Vitis 45(3): 115-123.
- Welch, R.M., 1986. Effects of nutrient deficiencies on seed production and quality. Adv. Plant Nutr. 2: 205-247.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A., 1974. General Viticulture. University of California Press, Berkeley, California. p. 710.