

Farklı Polen Kaynakları ile Tozlanan Alphonse Lavallée Üzüm Çeşidinde Tane Büyüme Seyri ve Tane Şekil İndeksi*

Gürcü ŞAHİN¹

Ali SABİR²

¹Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri A.B.D, 42075 Konya

²Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 42075 Konya
asabir@selcuk.edu.tr

Öz

Üzüm tanesinin çift sigmoid büyüme eğrisine etki eden genetik ve çevresel faktörler üzerine oldukça fazla araştırma bulunmaktadır. Ancak literatür incelemelerine göre, farklı tozlayıcıların ana çeşide ait tanelerin büyüme seyrine etkisi üzerine yeterli düzeyde araştırma bulgusuna ulaşılamamıştır. Bu çalışmada, farklı polen kaynakları ile tozlanan Alphonse Lavallée üzüm tanelerinin boyu ve eni 3-5 günlük aralıklarla ölçülerek, farklı polen kaynaklarının tane büyüme eğrisi ve tane gelişim aşamaları üzerine etkileri araştırılmıştır. Elde edilen çift sigmoid tane büyüme eğrilerinin, farklı polen kaynaklarına göre yapısal olarak büyük oranda benzediği, ancak farklı büyüme aşamalarına geçiş sürelerinin tozlayıcılara göre farklı olduğu belirlenmiştir. Örneğin tane büyümesinin en hızlı olduğu birinci gelişme aşaması kendileme yapılan tanelerde yabancı çeşitlerle tozlananlar göre 1-3 gün daha kısa sürmüştür. Korelasyon analizlerine göre, 21.9 ile 35.4 °C arasında değişen çevre sıcaklığı çift sigmoid eğriyi önemli derecede etkilememiştir. Farklı tozlayıcılar tane şekil indeksini önemli derecede etkilememiştir.

Anahtar kelimeler: *Vitis vinifera* L., tozlayıcı, çift sigmoid eğrisi, metaxenia

Growth Curve and Size Index of Alphonse Lavallée Grape Berries Pollinized with Different Pollen Sources

Abstract

Many studies are available concerning the effects of genetic and environmental factors on double sigmoid growth curve of the grape berry. However, literature investigations revealed that there are insufficient available knowledge regarding the effects of pollinizers on growth stages of grape berry. In the present study, influences of different pollen sources on growth curve and stages of Alphonse Lavallée berries were investigated by measuring berry length and width with 3 to 5 d intervals. The structure of obtained double sigmoid curves in response to different pollinizers were mostly similar, although the pollinizers differently affected the durations of berry growth stages. To illustrate, the first berry development stage of self-pollinated with the greatest berry growth, was 1-3 d shorter than those of the berries pollinated by external cultivars. According to the correlation analyses, environment temperature varied from 21.9 to 35.4 °C did not affect double sigmoid berry growth curve. Different pollinizers had not significant effect on berry size index.

Keywords: *Vitis vinifera* L., pollination, berry development, berry size index, metaxenia

Giriş

Bahçe bitkilerinde meyve ya da tanenin zamana bağlı büyüme grafiği, türe özgü niteliktedir (Coombe, 1976; Zhang ve ark., 2003). Ancak büyüme grafiği tür ve çeşitlere göre önemli farklılıklar gösterebileceği gibi (Çetinbaş ve Koyuncu, 2011; Çetinbaş ve Koyuncu, 2011), çeşitlere, ekoloji ve azda olsa bakım işlerine göre değişebilir (Zhang ve

* Bu çalışma Zir. Müh. Gürcü Şahin'in yüksek lisans tezinden üretilmiş ve S.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinatörlüğü tarafından 15201044 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ark., 2003). Genel olarak, yumuşak çekirdekli meyve türlerinde basit sigmoid bir meyve gelişme eğrisi gerçekleşirken (Lakso ve ark., 1995), sert çekirdekli meyve türlerindeki meyve (Westwood, 1995) ve üzümlerdeki tane gelişimi eğrisi çift sigmoid (Staudt ve ark., 1986; Hardie ve ark., 1996) yapıdadır.

Üzüm tanesinin gelişme eğrisi üç aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşama, tane tutumundan sonra hücrelerde bölünme ve büyüme hızının en yüksek olduğu dönemdir. İkinci aşamada tane büyümesi yavaşlar ve daha sonra üçüncü aşamaya geçerek yeniden tane büyüme hızı artar (McCarthy ve Coombe, 1999). Üzüm çeşitleri arasında tane gelişimindeki değişimlerin süresi ve hızı bakımından farklılıklar bulunduğu bildirilmektedir. Campbell Early, Muscat Bailey ve Koshu çeşitleri için üç aşamanın süreleri sırasıyla 32+5+34, 35+32+28 ve 38+31+51 olarak belirlenmiştir (Nakagawa ve Nanjo, 1966). Büyüme hızının durma derecesinde yavaşladığı ikinci gelişme dönemi stenospemokarpik ve partenokarpik üzümlerde yok denecek kadar kısadır. Tane büyüme eğrisini etkileyen başlıca faktörler genotipik özellik (Staudt ve ark., 1986) ve çekirdek varlığı (Gray, 2002) olmakla birlikte, kültürel uygulamalar (Zhang ve ark., 2003) ve iklimsel özellikler (Coombe, 1973; Dokoozlian ve Kliewer, 1996) de etkili olabilmektedir. Tozlayıcı çeşitlerin, ana çeşide ait tane ve çekirdek özelliklerini önemli derecede etkilediği (xenia ve metaxenia) bilinmektedir (Marasalı ve Ergül, 1997; Sabır, 2011; Sabır 2015). Ancak, literatür araştırmalarına göre tozlayıcıların tane büyüme eğrisi ve tane şekli üzerine etkileri konusunda yeterli araştırma bulunmadığı görülmektedir.

Bu çalışmada Alphonse Lavallée üzüm çeşidinin tane büyüme aşamaları ve tane şekil indeksi üzerine farklı polen kaynaklarının etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, bitki fizyolojisi ve biyolojisinde en önemli çevre faktörlerinden olan sıcaklığın tane büyümesine etkileri de değerlendirilmiştir.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi'ne ait, çatı ve yan havalandırma sistemlerine sahip 10 x 12 m boyutlarındaki cam sera koşullarında yürütülmüştür. Araştırma kapsamındaki çeşitlerden, sera içerisinde yaklaşık 60 lt hacimli saksılarda yetiştirilmekte olan sağlıklı gelişme ve benzer gelişme kuvveti göstermiş 3 yaşlı asmalar kullanılmıştır. Deneme planı her melezleme kombinasyonu için 3 tekerrürlü tesadüf parselleri, her parselde 9 asma ve her asmada 1 salkım olacak şekilde yapılmıştır. Ana ebeveyn olarak 99 R anacı üzerine aşılardan Alphonse Lavallée, tozlayıcı olarak ise Tarsus beyazı, Trakya ilkeren ve Pembe çekirdeksiz üzüm çeşitleri kullanılmıştır. Çiçeklenme başlangıcında yaklaşık 10 gün kadar önce 300-400 tomurcuk bulduran sağlıklı salkımlar seçilerek etiketlenmiştir. Alphonse Lavallée üzerindeki somaklar, günlük olarak kontrol edilerek ve yaklaşık olarak çiçeklenme başlangıcından 5-6 gün önce emaskülasyon işlemi gerçekleştirilmiştir (Hardie ve ark., 1996). Emaskülasyon, 28.04.2015 ile 05.05.2015 tarihleri arasında, sabah saatlerinde (07:30 ile 11:00 arasında) gerçekleştirilmiştir. Çiçek tomurcuğu üzerinde bulunan korollanın dışı organa zarar vermeden erkek organlarla birlikte çıkarılması şeklinde yapılmıştır. Sağlıklı bir karşılaştırma gerçekleştirilebilmesi için salkım gücüne bağlı olarak her salkımda 150-250 adet sağlıklı dışı organ bırakılmıştır. Emasküle edilen salkımlar, etiketlenerek dışarıdan gelebilecek istenmeyen polenlerle tozlanmaması için bez torbalarla kapatılmıştır. Tozlayıcı olarak kullanılan çeşitlerin salkımları da çiçekler açmadan yaklaşık 10 gün önce bez keselerle kapatılmış (Staudt, 1999) ve tam çiçeklenme döneminde içinde rutubet olmayan cam petri içine sallanarak çiçek tozları toplanmıştır (Sabır, 2011). Emasküle edilen salkımların dışı organ stigmaları reseptif hale gelince (emaskülasyondan 3-4 gün sonra stigmada damlacık görüldüğünde) taze çiçek tozları, fırçalar ile stigmalara ulaştırılmıştır. Tozlama işlemini takiben salkımlar tekrar bez torbalarla kapatılmıştır. Tane

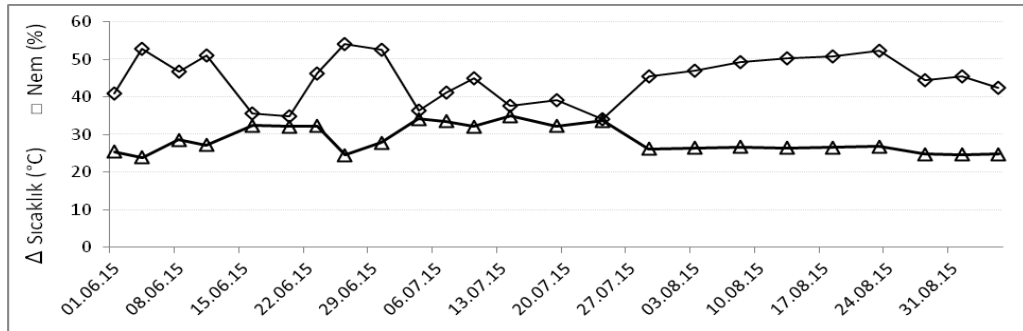
tutumundan yaklaşık 1 hafta sonra izolasyon keseleri kaldırılmıştır (Chkhartishvili ve ark., 2006; Sabır, 2011; Sabır, 2015). Asmalara kültürel işlemler standart olarak uygulanmıştır. Asmaların su ihtiyaçları damlama sulama sistemi ile karşılanmıştır. Serbest tozlanma grubuna ait asmaların tozlanabilmesi için, 200 m²'lik alan içerisinde yaklaşık aynı tarihlerde çiçeklenen 5 farklı *V. vinifera* çeşidi polenlerinin taşınması için yan havalandırmalar açık tutulmuş ve bir miktar da arı faaliyeti gözlenmiştir.

Tane boy ve eni üzerine ölçümlere tozlama tarihinden yaklaşık bir hafta sonra 01.06.2015 tarihinde başlanmıştır. Tane büyüme eğrisinin oluşturulması amacıyla en ve boy ölçümleri 3-5 gün ara ile gerçekleştirilmiş ve bulguların sabitlendiği tarihte (05.09.2015) ölçümler sonlandırılmıştır. Ölçümler dijital kumpasla yapılmış ve her kombinasyonda işaretlenen altışar salkım üzerindeki 10'ar tane kullanılmak üzere toplam 60'ar tanede gerçekleştirilmiştir (Zhang ve ark., 2003). Tane şekil indeksi tane boyu/tane eni ile hesaplanmıştır (Nampila ve ark., 2010). Araştırma süresince sera içi sıcaklık ve nem değerleri asma tacına yerleştirilen veri kaydedici (Datalogger Ebro EBI 20) ile saatlik olarak kaydedilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Tane gelişimi döneminde sıcaklık ve nem değerleri

Emaskülasyon ve tozlama sırasında sera içi sıcaklık ve nem değerleri sırasıyla 28.5±3.0 °C ve %40±8 olarak saptanmıştır. Araştırma süresince sera iç ortamında ölçülen sıcaklık ve nem değerleri Şekil 1'de sunulmuştur. Tane tutumunu takiben tane büyüme hızının en yüksek olduğu yaz başlarında ortam sıcaklığı 25±2.0 °C, hava oransal nemi ise %35-55 dolayında olmuştur. Tane büyüme hızının en yavaş olduğu 04-24 Temmuz arasında sıcaklık ve nem değerleri sırasıyla 33±1.8 °C ve %34-45 olarak belirlenmiştir. Araştırmanın sonraki döneminde ise sıcaklık 24.7 ile 26.2 °C arasında, nem ise %42.6 ile %52.2 arasında değişmiştir. Bu rakamlar araştırmalarda tane büyümesi için ideal olarak nitelendirilen değerler arasında bulunduğundan (Winkler ve ark., 1974; Ewart ve Kliwer, 1977; Dokoozlian ve Kliwer, 1996) araştırmanın sıcaklık ve nem bakımından uygun şartlarda yürütüldüğü düşünülmektedir. Araştırmalarda çiçeklenmeden sonraki günlerde sıcaklığın uzun süre 18.3 °C'den düşük olması halinde tane tutumun azaldığı ve tane büyümesinin önemli derecede yavaşladığı belirlenmiştir (Hardie ve ark., 1996).



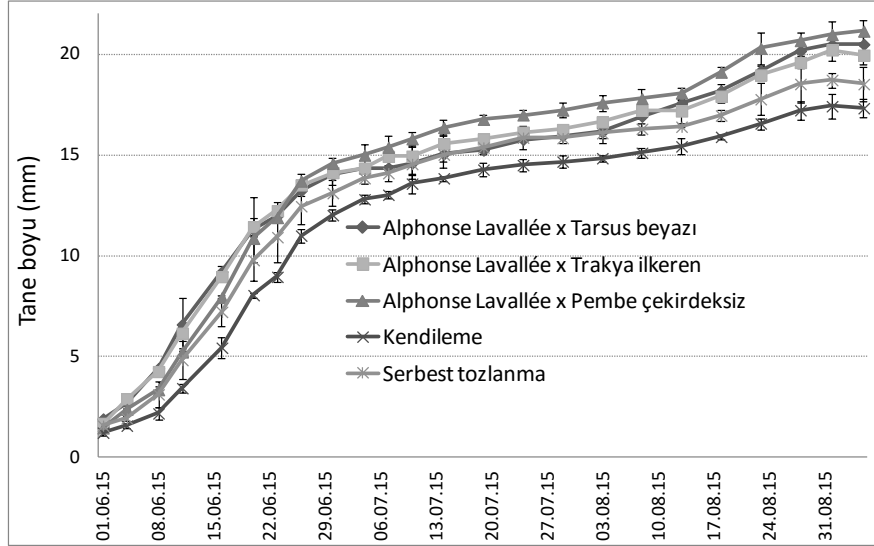
Şekil 1. Araştırma süresince sera içinde belirlenen sıcaklık (°C) ve hava oransal nemi (%)

Tane boyu ve eni

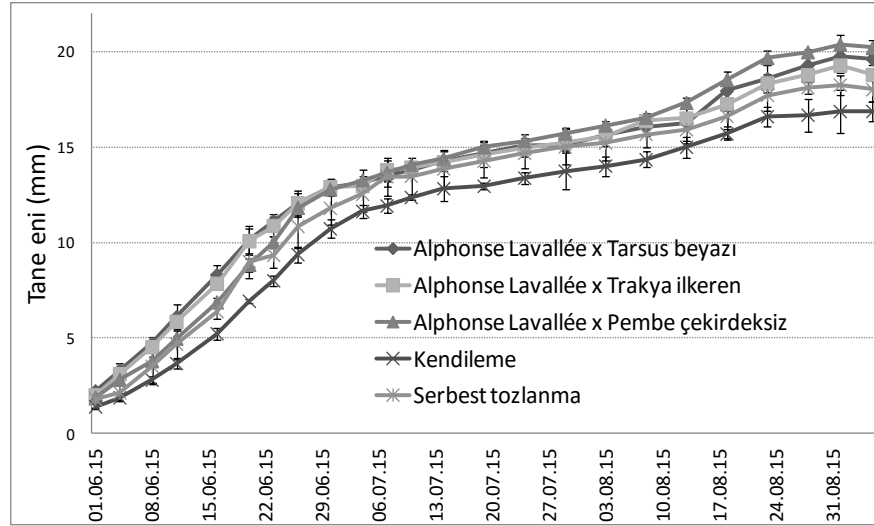
Üzümlerde, tanelerin 1/16 inç (1.6 mm) çapına ulaştığı dönem tane tutum dönemi olarak ifade edilmektedir (Dokoozlian, 2000). Tane tutumunu takiben yapılan ilk ölçümlerde en yüksek tane boyu değeri Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı (1.90 mm) melezleme kombinasyonunda saptanmıştır (Şekil 2). Bu kombinasyonu sırasıyla Alphonse Lavallée x Trakya ilkeren (1.68 mm) ve Alphonse Lavallée x serbest tozlanma (1.54 mm) melezleri

izlemiştir. En düşük tane boyu değeri ise kendileme (1.19 mm) yapılan salkımlarda saptanmıştır. Bu ölçüm tarihinde tane eni değerlerine göre sıralama Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı (2.27 mm), Alphonse Lavallée x Trakya ilkeren (2.03 mm), Alphonse Lavallée x Pembe çekirdeksiz (1.78 mm), serbest tozlanma (1.74 mm) ve kendileme (1.34 mm) şeklinde olmuştur. Tane tutumundan itibaren tüm araştırma gruplarına ait tanelerde, daha önceki araştırmalara benzer şekilde (Dokoolian ve Kliewer, 1996; Zhang ve ark., 2003) hızlı bir büyüme gözlenmiştir. Tane boyu ve eni ölçümlerine göre en hızlı tane büyümesi, tane tutumundan itibaren yaklaşık 6. ile 27. günler (3. ve 9. ölçüm tarihleri) arasında gerçekleştiği saptanmıştır. Tane tutumundan yaklaşık 30 gün sonra elde edilen verilere göre tane boyu değerleri bakımından melezleme kombinasyonları Alphonse Lavallée x Pembe çekirdeksiz (14.99 mm), Alphonse Lavallée x Trakya ilkeren (14.35 mm), Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı (14.28 mm), Alphonse Lavallée x serbest (13.86 mm) ve kendileme (12.80 mm) şeklinde sıralanmıştır. Tane eni bakımından en yüksek değerler Alphonse Lavallée x Pembe çekirdeksiz (13.24 mm) ve Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı (13.01 mm) kombinasyonlarında; en düşük değerler ise serbest tozlanma Alphonse (12.56 mm) ve kendileme (11.44 mm) tanelerinde saptanmıştır (Şekil 3). Bu tarihten itibaren yapılan ölçümlere göre tüm gruplara ait tanelerin gelişim hızının önemli derecede azaldığı belirlenmiştir. Tane tutumunu takiben yaklaşık 27. ve 57. günler arasında son derece yavaş bir tane büyümesi saptanmıştır. Tane tutumundan 57 gün sonra, tüm gruplarda tane büyüme hızı tekrar artmıştır. Tane tutumunu takiben yaklaşık 72 gün sonra ise tüm tanelerde büyümenin durduğu görülmüştür. Bu tarihte yapılan son ölçümlere göre, en yüksek tane boyu değerleri Alphonse Lavallée x Pembe çekirdeksiz (21.13 mm) ve Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı (20.58 mm) kombinasyonlarında; en düşük değerler ise serbest tozlanma (18.48 mm), kendileme (17.17 mm) gruplarında belirlenmiştir. En yüksek tane eni değerleri Alphonse Lavallée x Pembe çekirdeksiz (20.03 mm) ve Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı (19.40 mm) melezlerinde; en düşük değerler ise serbest tozlanma (18.20 mm) ve kendileme (16.98 mm) tanelerinde saptanmıştır. Tane eni ve boyu ölçümleri, tanelerde hücre bölünme ve büyüme hızının en yüksek seviyede olduğu birinci aşamanın kendileme grubuna ait tanelerde diğer gruplara göre 2-3 gün daha kısa olduğunu göstermiştir. Bu durum, tane gelişim eğrisinin diğer aşamalarına da yansımıştır. Tane tutumunu takiben hücre bölünmesi ve büyümesi bitkisel hormonlar tarafından yönlendirilmektedir (Rock ve Quantrano, 1995). Tanelerde hormon yoğunluklarındaki değişimlere tepki olarak tane büyüme aşamalarında farklılıklar olduğundan (Francis ve Sorrell, 2001), tane büyüme eğrilerindeki tozlayıcı çeşide bağlı görülen değişimler farklı polen kaynaklarının ana çeşidin hormonal dengesini etkileyebileceğini işaret etmektedir.

Farklı tozlayıcılar birlikte düşünüldüğünde Alphonse Lavallée çeşidi için tane büyüme eğrisinin üç aşaması ortalama olarak 29+30+38 gün olarak belirlenmiştir. Birinci gelişme dönemi gün olarak en kısa süren aşama olmakla birlikte tane büyümesinin oransal olarak en fazla gerçekleştiği dönem olmuştur. Farklı çeşitler üzerine yapılan birçok araştırmada da benzer gelişme seyri (Coombe ve Hale, 1973; Zhang ve ark., 2003) kaydedilmiş olmakla birlikte, Nakagawa ve Nanjo (1966)'nin araştırma sonuçlarında da belirtildiği gibi tane gelişme aşamalarının süreci bakımından çeşitler arasında büyük farklılıklar mevcuttur.

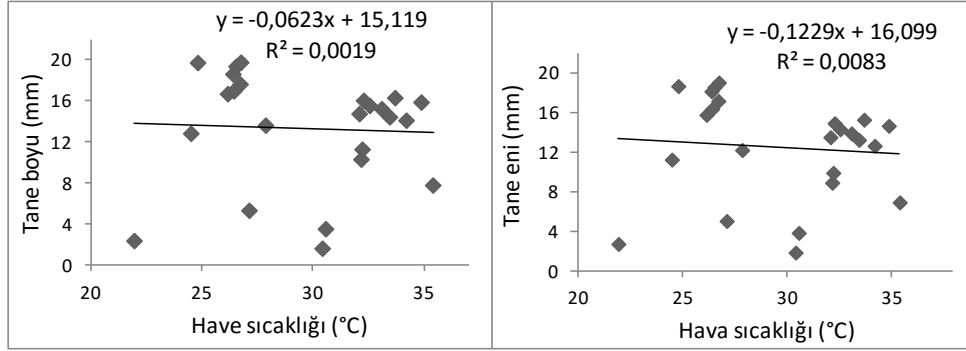


Şekil 2. Farklı polen kaynakları ile tozlanan Alphonse Lavallée üzüm çeşidi tanelerinde boyuna büyümenin zamanla değişimi.



Şekil 3. Farklı polen kaynakları ile tozlanan Alphonse Lavallée üzüm çeşidi tanelerinde enine büyümenin zamanla değişimi.

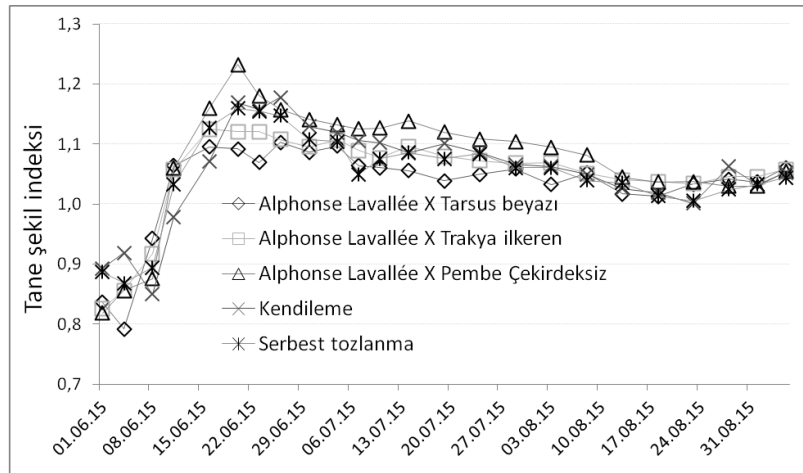
Hava sıcaklığındaki değişimlerin tane büyüme seyrine muhtemel etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan korelasyon analizlerine göre, araştırma süresince 21.9 ve 35.4 °C arasında değişen ortam sıcaklık değerleri ile tane boyu ($R^2= 0.0019$) ve eni ($R^2= 0.0019$) değerlerindeki değişimler arasında önemli bir ilişkinin olmadığı saptanmıştır (Şekil 4). Bu durum, ekstrem sıcaklık koşulları oluşmadığı sürece tane gelişim eğrisinin büyük oranda genetik özellikler tarafından kontrol edildiğini işaret etmektedir.



Şekil 4. Farklı polen kaynakları ile tozlanan Alphonse Lavallée üzüm çeşidine ait tanelerde boyuna ve enine büyümenin iç ortam sıcaklığı ile korelasyonu (Tane boyu ve eni değerlerinde melezleme kombinasyonlarının ortalamaları kullanılmıştır).

Tane şekil indeksi

Tane boyunun enine oranı ile belirlenen tane şekil indeksi bulgularına göre, tane tutumundan itibaren yaklaşık 6-8. günlerine kadar tane eninin boyundan önemli derecede fazla olduğu, ancak daha sonra tane boyu lehine büyümenin ağırlık kazandığı belirlenmiştir (Şekil 5). Isparta koşullarında yetiştirilen Monroe şeftalisinde ise meyvenin önce enine, sonra boyuna ağırlıklı olarak büyüdüğü belirlenmiştir (Çetinbaş ve Koyuncu, 2011). Yaklaşık 2 hafta kadar devam eden tane boyu ağırlıklı büyüme hızı sonunda tanelerde boy/en değerleri 1.23 (Alphonse Lavallée x Pembe çekirdeksiz) ile 1.09 (Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı) arasında değişmiştir. Bu dönemden sonra boy/en değerlerinde hafif düşüş seyri gözlenmiş ve bu durum ben düşmeye kadar devam etmiştir. Tane boyu ve eni değerlerinin yaklaşık olarak sabitlenme noktasına ulaştığı bu dönemde en yüksek boy/en değerleri Alphonse Lavallée x Tarsus beyazı (1.061) ve Alphonse Lavallée x Trakya ilkeren (1.058 mm) kombinasyonlarında; en düşük değerler ise kendileme (1.052) ve serbest tozlanma (1.044) tanelerinde saptanmıştır. Tane şekil indeksi bulguları genel olarak göz önünde bulundurulduğunda, değerlerin birbirine oldukça yakın olduğu ve bu nedenle farklı polen kaynaklarının tane şeklini önemli derecede etkilemediği söylenebilir.



Şekil 5. Farklı polen kaynakları ile tozlanan Alphonse Lavallée üzüm çeşidine ait tanelerde şekil indeksi.

Sonuç

Alphonse Lavallée üzüm çeşidi ile yürütülen bu araştırmanın genel sonuçlarına göre, (1) farklı tozlayıcıların etkisi altında çift sigmoid tane büyüme eğrilerinin yapısal olarak büyük oranda benzediği, (2) farklı tane büyüme aşamalarına geçiş süreleri bakımından

tozlayıcıların etkileri arasında farklılıklar olduğu, (3) 21.9 ile 35.4 °C arasında değişen gündüz ortalama sıcaklığının çift sigmoid tane büyüme eğrisini önemli derecede etkilemediği ve (4) tane şekil indeksinin tozlayıcılara göre önemli derecede değişmediği saptanmıştır. Bulgular genel olarak değerlendirildiğinde, tozlayıcı çeşitlerin ana çeşide ait tane gelişiminde etkili olduğu ve bu nedenle tozlayıcı seçiminde asma ıslahı araştırmacılarının ve yetiştiricilerin polen kaynağının tane gelişimine etkilerini dikkate almaları önerilmektedir.

Kaynaklar

- Chkhartishvili, N., Vashakidze, L., Gurasashvili, V., Maghradze, D. (2006). Type of pollination and indices of fruit set of some Georgian grapevine varieties. *Vitis*, 45: 153–156.
- Coombe, B. G. (1973). The regulation of set and development of the grape berry. *Acta Horticulturae*, 34: 261–273.
- Coombe, B. G. (1976). The development of fleshy fruits. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 27: 507–528.
- Coombe, B. G., Hale, C. R. (1973). The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. *Plant Physiol.* 51: 629–634.
- Çetinbaş, M., Koyuncu, F. (2011). Isparta Eğirdir koşullarında ‘Monroe’ şeftalisinin ağaç üzerindeki meyve gelişimi üzerine bir araştırma. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, 04 - 08 Ekim 2011, Şanlıurfa, 4s.
- Dokoozlian, N. K. (2000). Grape berry growth and development. In: Raisin Production Manual Book. University of California, Agricultural and Natural Resources Publication 3393, Oakland, CA.
- Dokoozlian, N. K., Kliewer, W. M. (1996). Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(5): 869–874.
- Ewart, A., Kliewer, W. M. (1977). Effects of controlled day and night temperatures and nitrogen on fruit-set, ovule fertility, and fruit composition of several wine grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* 28(2): 88–95.
- Francis, D., Sorrell, D. A. (2001). The interface between the cell cycle and plant growth regulators. *Plant Growth Regulation*, 33: 1–12.
- Gray, D. J. (2002). The basis of variation in the size and composition of grape berries. PhD Thesis, Adelaide University, Glen Osmond S.A., 150 s. 5064 Australia.
- Hardie, W. J., O’Brien, T. P., Jaudzems, V. G. (1996). Morphology, anatomy and development of the pericarp after anthesis in grape, *Vitis vinifera* L. *Austral. J. Grape Wine Res.* 2:97–142.
- Lakso, A. N., Grappadelli, L. C., Barnard, J., Goffinet, M. C. (1995). An epolinear model of the growth pattern of the apple fruit. *Journal of Horticultural Science*, 70 (4): 389–394.
- Marasalı, B., Ergül, A. (1997). Effects of pollination types on berry and seed set in grape cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*, 3: 39–42.
- McCarthy, M. G., Coombe, B. G. (1999). Is weight loss in ripening grape berries cv. Shiraz caused by impeded phloem transport? *Aust. J. Grape Wine Res.* 5: 10–16.
- Nakagawa, S., Nanjo, Y. (1966). Comparative morphology of the grape berry in three cultivars. *J. Jap. Soc. Hort. Sci.* 35: 117–126.
- Nampila, R., Chen, B. S., Chen, C. C., Yang, Y. S. (2010). Effects of GA₃ and CPPU on berry size of seedless grapes. *Horticulture NCHU*, 35(3): 53–64.
- Rock, C. D., Quatrano, R. S. (1995). *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology.* Chapter G10. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Sabır, A. (2011). Influences of self- and cross-pollinations on berry set, seed characteristics and germination progress of grape (*Vitis vinifera* cv. ‘Italia’). *International Journal of Agriculture and Biology*, 13: 591–594.
- Sabır, A. (2015). Xenia and metaxenia in grapes: differences in berry and seed characteristics of maternal grape cv. ‘Narince’ (*Vitis vinifera* L.) as influenced by different pollen sources. *Plant Biology*, 17: 267–273.
- Staudt, G. (1999). Opening of flowers and time of anthesis in grapevines, *Vitis vinifera* L. *Vitis*, 38: 15–20.
- Staudt, G., Schneider, W., Leidel, J. (1986). Phases of berry growth in *Vitis vinifera*. *Ann. Bot.* 58: 789–800.
- Westwood, M. N. (1995). *Temperate-zone pomology, physiology and culture*, Third Edition. Timber Press, ISBN-0-8819-2253-6, p: 523, Portland, Oregon.
- Winkler, A. J., Cook, J. A., Kliewer, W. M., Lider, L. A. (1974). *General Viticulture.* (2nd ed.) Berkeley, University of California Press.
- Zhang, X., Luo, G., Wang, R., Wang, J. (2003). Growth and development responses of seeded and seedless grape berries to shoot girdling. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128: 316–323