

**ASPIR (*Carthamus tinctorius L.*)'DE FARKLI BÜYÜME DÖNEMLERİNDE
SAPTANAN İÇSEL BÜYÜME HORMONLARININ ÇİÇEKLENME
ÜZERİNE OLAN ETKİLERİNİN SAPTANMASI**

Salih ÜLGER

Hasan BAYDAR

**Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü Antalya/TURKEY**

ÖZ: Bu çalışmada aspir bitkisinin farklı büyüme dönemlerinde içsel gibberellik asit (GA_3), indol-3-asetik asit (IAA) ve absisik asit (ABA) değişimleri biyolojik testler ve Reversed Phase High Performance Liquid Chromatography (HPLC) ile saptanmıştır. Rozet büyüme döneminde bitkide içsel GA_3 artışlarına paralel olarak sapa kalkma uyarılmış ve sapa kalkmanın başlamasıyla içsel GA_3 seviyesinde hızlı bir düşüş olmuştur. GA_3 'ün düşük seviyeleri ile çiçeklenmenin uyarılması arasında yakın bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. IAA en yüksek seviyesine tomurcuklanma döneminde ulaşmıştır. Bu sonuç; aspir bitkisinin çiçek tomurcuğu farklılaşmasında IAA'nın aktif bir rolü olabileceğini göstermiştir. Çiçeklenme döneminde GA_3 miktarında azalma olurken, ABA miktarında gözle görülür artış saptanmıştır. Rozet döneminde nispeten yüksek olan ABA konsantrasyonu sapa kalkmayla azalmaya, çiçeklenmeye doğru ise artmaya başlamıştır. Farklı konsantrasyonlarda bulunan çiçek tablalarındaki içsel hormon değişimleri, aspirde çiçeklenme intervalinin oluşumunda özellikle ABA'nın etkin rol oynadığını ortaya koymuştur.

Anahtar Sözcükler: Aspir, *Carthamus tinctorius L.*, IAA, ABA, GA_3 , çiçeklenme

**DETERMINATION OF THE EFFECTS OF ENDOGENOUS PLANT
HORMONES AT DIFFERENT GROWING STAGES IN
SAFFLOWER (*Carthamus tinctorius L.*)**

ABSTRACT: Changes in content of endogenous gibberellic acid (GA_3), indole acetic acid (IAA) and absisic acid (ABA) in different growth stages of safflower were determined by the Reversed-Phase HPLC and biassay techniques. Bolting began to initiate in relation to increment of GA_3 and the content of endogenous GA_3 sharply decreased soon after the initiation. A close relation was determined between the initiation flower buds and low levels of GA_3 . IAA reached the highest level at the bud formation stage. This result showed that IAA might play an active role on differentiation of flower bud formation. The relatively high concentration of ABA detected at the rosette stage began to decrease at bolting stage. However, the ABA level again increased in prior to blooming. Changes in the levels of endogenous plant hormones in flower bud took place in different parts of the plant showed that ABA plays an important role on the formation of flowering in safflower.

Keywords: Safflower, *Carthamus tinctorius L.*, IAA, ABA, GA_3 , flowering.

GİRİŞ

Uzun yıllardan beri yapılan yoğun ve dikkatli çalışmalara rağmen, universal çiçeklenme hormonu olarak adlandırılan florijenin izolasyonu sağlanamamıştır. Bundaki başarısızlık sadece etkin bir biyoanaliz tekniği olmayışından değil, aynı zamanda belki de daha önemli olarak, etkin bir ekstraksiyon tekniğinin geliştirilememiş olmasından da kaynaklanmaktadır (Barnier ve ark., 1991). Bununla birlikte, biyolojik materyallerde çok düşük konsantrasyonlarda bulunan fitohormonlar, HPLC ve Gaz Kromatografi (GC) ve Mass Spektrometri (MS) teknikleri yardımıyla fitohormonların ayırımı, izolasyonu, tanımlanması ve kantitatif olarak belirlenmesi etkin bir şekilde yapılabilmektedir (Hardin ve Stutte, 1981; Durley ve ark., 1982; Wurst ve ark., 1980 ve 1984; Chen, 1983,1987 ve 1990; Potter ve ark., 1993).

Compositae familyasından olan aspir (*Carthamus tinctorius L.*) değerli bir yağ bitkisidir. Aspir bitkisinde çiçeklenme ana sap tablası ile başlamakta ve iç içe dominansi kırılmaları sonunda sırasıyla primer, sekonder ve tersiyer dal tablalarının çiçeklenmesinin izlediği düzenli bir intervale devam etmektedir (Baydar ve Yüce, 1996). Çiçeklenme intervalinin 3-4 hafta gibi uzun bir sürede tamamlanması, bitki içerisinde tarımsal değeri yüksek olan pek çok özellik bakımından büyük bir varyasyona neden olmaktadır. Örneğin ilk çiçeklenmenin olduğu ana tabla tohumlarının yağ içeriği %43,9 iken, en son çiçeklenen tersiyer dal tablası tohumlarında bu değer %14,5 gibi çok düşük düzeylere inmektedir (Baydar ve Yüce, 1996). Bundan başka çiçeklenmenin uzun süre devam etmesi, bitki içinde olgunlaşmanın oldukça heterojen olmasına ve sonuçta makinalı hasat işlemlerinin zorlaşmasına neden olmaktadır. Eğer aspiirde çiçeklenmenin fizyolojisi tam olarak aydınlatılabilirse, üzerinde durulan sorunların çözümüne daha gerçekçi yaklaşımlarda bulunabilecektir.

MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada materyal olarak 1996 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesine ait deneme tarlasında yetiştirilen aspir bitkileri (E-10 hattı) kullanılmıştır. Ekim, 19 Nisan 1996 tarihinde 100 m²'lik bir alanda ve 70 x 25 cm sıklıkta yapılmıştır. Yetiştirilen bitkilerin rozet yapraklılık ve sapa kalkma başlangıcı dönemlerinde yapraklarda; sapa kalkma, tomurcuklanma, ilk ve tam çiçeklenme dönemlerinde ise yaprak, sap ve çiçek organlarında içsel hormon analizleri yapılmıştır.

Ekstraksiyon İşlemleri: 10 g'lık yaş bitki örnekleri, %70'lik methanolde homogenizatör ile parçalandıktan sonra bir gece 4 °C derecede tutulmuş ve ekstrakt, Whatmann kağıdından süzülerek süzüntü kısmı alınmıştır. Kalıntı kısmı yeniden %70'lik alkolde parçalanmış ve Whatmann kağıdından süzülerek, birinci ve ikinci süzüntüler birleştirilmiştir. Elde edilen süzüntünün alkolü, rotari evaporatörde uçurulduktan sonra pH'sı fosfat buffer ile 8,5'e ayarlanmış ve etil asetat ile 3 defa çalkalanmıştır. Sulu fazın pH'sı 1 N HCl ile 2,5'e ayarlanmıştır. Sulu kısımda kalan çok az miktardaki etil asetat rotari evaporatörde uçurulmuş ve çözelti di etil eterle 3 defa çalkalanmıştır. Toplanan eterli faz susuz sodyum sülfattan süzülerek etere karışan su uzaklaştırılmış ve eter, rotari evaporatörde alınmıştır. Balonda kalan kuru kalıntı maddeleri 1 cc methanolde çözülerek viol içinde 4 °C'de muhafaza edilmişlerdir.

İnce Tabaka Kromatografi İşlemleri: Elde edilen saflaştırılmamış ekstraktların bileşenlerine ayırımı İTK (İnce Tabaka Kromatografi)'da yapılmıştır. Hamilton şırınga ile 100 µl çekilen ekstrakt TLC (Merc Kieselgel 60 F₂₅₄) plakası üzerine enjekte edilmiş ve TLC tankında isopropil alkol: amonyak:su (84:8:8) bulunan karışımda yükseltilmiştir. UV kabininde TLC plakası üzerinde IAA R_{f0,5}, GA R_{f0,6} ve ABA R_{f0,7}'de saptanmıştır. Bu bantlar HPLC ve biyolojik test analizlerinde kullanılmak için 1 cc metil alkol içinde çözülmüştür.

HPLC ve Biyolojik Testler: Örnekler auto sampler (Maratho), karıştırıcı ve pompa sistemi (Varian 9010), kolon fırını (Mistral) ve UV dedektörü (Varian 9050) kapsayan Reversed-Phase HPLC'de analiz edilmişlerdir. UV dedektörde dalga boyları; GA₃ için 208 nm, ABA için 265 nm ve IAA için 280 nm'ye ayarlanmış ve analizler Nükleosil C₁₈ (4.6 mm x 150 mm) kolonda yürütülmüştür. Mobil fazlar GA₃ için %30 methanol (0.1 M H₃PO₄ ile pH'sı 3'e ayarlanmış), ABA için %55 methanol (0.1 M asetik asit içerisinde) ve IAA için %35 methanol (%1'lik asetik asit içerisinde) olarak uygulanmış ve akış hızı 1 mm/dk olarak ayarlanmıştır.

IAA ve ABA'nın biyolojik testlerinde yulaf koleoptil testi, GA₃ analizinde ise marul hipokotil testi (Kaynak, 1992) kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Aspir bitkisinin çeşitli bitki organlarında birbirini izleyen 6 farklı büyüme ve gelişme döneminde GA₃, IAA ve ABA'nın HPLC ve biyolojik test sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Bitkide en yüksek içsel GA₃ seviyesi biyolojik test sonuçlarına göre sapa kalkma döneminde, HPLC'de ise sapa kalkma başlangıcında saptanmıştır (Çizelge 1 ve Şekil 1). Tomurcuk farklılaşması ile birlikte yaprak ve

sapta içsel GA₃ seviyeleri azalmıştır. Bu sonuçlar, aspir bitkisinde 5-8 gerçek yapraklı olarak gelişimin sürdüğü rozet büyüme döneminde içsel GA₃ artışlarına paralel olarak bitkide sapa kalkmayı uyardığını göstermektedir.

Özellikle kışlık soğuklama ihtiyacı duyan bazı iki yıllık uzun gün bitkilerinde, dışsal GA₃ uygulamalarının bitkinin soğuklama ve uzun gün isteğini kırarak rozet dönemden sapa kalkmaya geçişi sağladığı bilinmektedir (Salisbury ve Ross, 1985). Benzer şekilde Baydar ve Yüce (1996), aspir bitkilerinin rozet yapraklarına dıştan GA₃ uygulamışlar ve bitkilerin çevresel değişimleri beklemezsizin sap uzamasını gerçekleştirdiklerini saptamışlardır. Potter ve ark. (1993) aspride GA₃'ün; epidermal hücre büyüklüğünü, boğum arası uzunluğunu ve boğum arası hücre sayısını artırarak sap uzamasını sağladığını belirtmişlerdir. Dışsal GA₃ uygulamaları vegetatif büyümeyi teşvik etmekle birlikte verimi düşürecek şekilde bitkide çiçek tablası gelişimini ve tohum üretimini de azaltmaktadır. Benzer sonuçlar Potter ve ark. (1993) ve Baydar ve Yüce (1996) tarafından elde edilmiştir.

Çiçek tomurcuğu oluşumuyla birlikte bitkide içsel GA₃ konsantrasyonunun önemli oranlarda düşüş göstermesi (Çizelge 1 ve Şekil 1), düşük GA₃ seviyeleri ile çiçeklenme arasında yakın bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Düşük içsel GA₃ seviyesi ile çiçeklenmeye geçiş ilişkisi mango (*Mangifera indica*) ve liçi (*Litchi chinensis*) bitkilerinde yapılan çalışmalarda da ortaya konmuştur (Pal ve Ram, 1978; Chen, 1983, 1987 ve 1990). Bununla birlikte Baydar ve Yüce (1996), aspride çiçek tomurcuğu primordiyalarının olduğu dönemde dıştan uygulanan GA₃'ün kontrol bitkilerine göre çiçeklenmeyi 5-9 gün daha önce başlattığını belirtmektedirler. Elde edilen sonuçlar dıştan GA₃ uygulamasının doğrudan çiçeklenme üzerine değil, sap uzamasını teşvik ederek reproduktif döneme geçişi hızlandırdığını göstermektedir. Evans (1971), değişik bir yaklaşımla bitkilerin çoğunlukla çiçeklenme için belirli düzeylerde gibberelline gereksinim duyduğunu, ancak bu düzeyin özellikle uzun gün bitkilerinde çiçeklenmeyi sınırlandırabileceğini bildirmiştir.

Biyolojik test sonuçları içsel IAA'nın yapraklarda tomurcuklanma dönemine, sapta ise ilk çiçeklenme dönemine kadar artmış ve daha sonraki dönemlerde ise genel olarak azalış eğiliminde olmuştur. HPLC analizinde ise sadece tomurcuklanma döneminde yapraklarda 0,05 mg.g.⁻¹ kadar IAA tesbit edilmiştir (Çizelge 1). IAA'nın belirlenemediği diğer dönemlerde de kuşkusuz HPLC'nin saptayamayacağı düşük düzeylerde IAA bulunmaktadır. Biyolojik test sonuçlarıyla birlikte değerlendirildiğinde IAA'nın en yüksek seviyeye tomurcuklanma döneminde ulaştığı görülmektedir. Bu durum aspir bitkisinin çiçek tomurcuğu farklılaşmasında IAA'nın aktif bir rol oynadığını göstermektedir. Ünsal (1993), oksinlerin ve özellikle de IAA ve NAA'nın reproduktif döneme geçişte etkili olmaları yanında, genelde

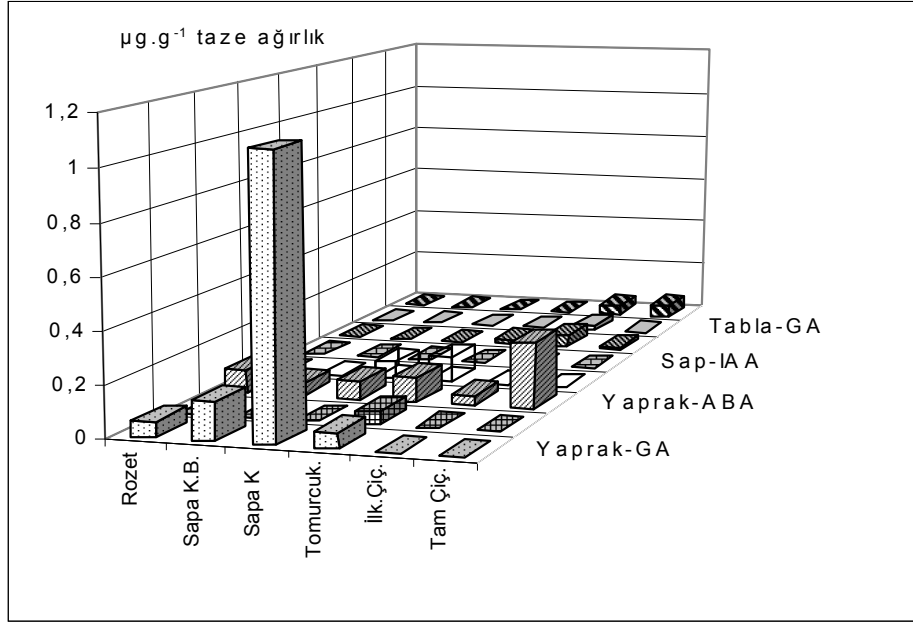
çiçeklenmeyi engelleyici özellikleri olduğunu, bunun da etilenin üretimini uyarıcı etkisinden kaynaklanabileceğini belirtmiştir.

Çizelge 1. Aspirin farklı büyüme ve gelişme dönemlerinde HPLC ve biyolojik testlerle elde edilen GA₃, IAA ve ABA sonuçları.

Table 1. GA₃, IAA and ABA levels determined by HPLC and bioassay at different growing stages of safflower.

Dönemler Period	Yaprak Leaf			Sap Stalk			Çiçek tablası Flower head		
	GA ₃	IAA	ABA	GA ₃	IAA	ABA	GA ₃	IAA	ABA
HPLC sonuçları (mg.g ⁻¹ yaş ağırlık)				HPLC results (mg.g-1 fresh weight)					
Rozet Rosette	0,06	0,00	0,09	-	-	-	-	-	-
Sapa kalkma başlangıcı Starting of bolting	0,15	0,00	0,05	-	-	-	-	-	-
Sapa kalkma Bolting	1,08	0,00	0,07	0,07	0,00	0,00	-	-	-
Tomurcuklanma Bud initiation	0,06	0,05	0,10	0,10	0,00	0,02	-	-	-
İlk çiçeklenme First blooming	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,05	0,02	0,00	0,04
Tam çiçeklenme Full blooming	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,05
Biyolojik test sonuçları (indeks)				Bioassay results (index)					
Rozet Rosette	0,94	1,03	1,01	-	-	-	-	-	-
Sapa kalkma başlangıcı Starting of bolting	0,90	1,05	1,02	-	-	-	-	-	-
Sapa kalkma Bolting	1,26	1,05	1,05	1,31	1,07	1,09	-	-	-
Tomurcuklanma Bud initiation	0,98	1,19	1,09	1,17	1,06	1,04	-	-	-
İlk çiçeklenme First blooming	0,94	0,96	1,12	1,14	1,21	1,02	0,93	0,98	1,06
Tam çiçeklenme Full blooming	0,80	1,05	0,96	0,89	0,94	1,05	0,89	1,05	1,04

ABA'nın biyolojik ve HPLC test sonuçları, bu hormonun GA₃ ve IAA değişimleri ile genelde ters bir ilişki içinde bulunduğunu göstermektedir. Rozet dönemde nispeten yüksek olan ABA konsantrasyonu, sapa kalkmayla birlikte düşmeye, çiçeklenmeye doğru ise artmaya başlamıştır (Çizelge 1 ve Şekil 1). Bu sonuçlar GA₃'ün tersine ABA seviyesindeki artış ile çiçeklenme arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. Benzer sonuçlar mango, liçi (Chen, 1987 ve 1990) ve zeytinde (Ülger, 1999) elde edilmiştir. Chen (1987), mango bitkisinde ksilemden öz suyu akışı hızlandıkça çiçeklenmeye geçişin de hızlandığını, öz suyu akışının az olduğu dönemlerde IAA çok olduğu dönemlerde ise ABA seviyelerinin yüksek olduğunu saptamıştır. Bugüne kadar yapılan çalışmalarda ise ABA düzeyi ile çiçeklenme arasında nasıl bir ilişki olduğu henüz yeterince açık değildir (Ünsal, 1993).



Şekil 1. Farklı büyüme dönemlerinde aspir bitkisinin farklı organlarında HPLC analizi sonucu ortaya çıkan GA₃, ABA ve IAA miktarları.

Figure 1. GA₃, ABA and IAA levels determined by HPLC at the different growing stages in different organs of safflower.

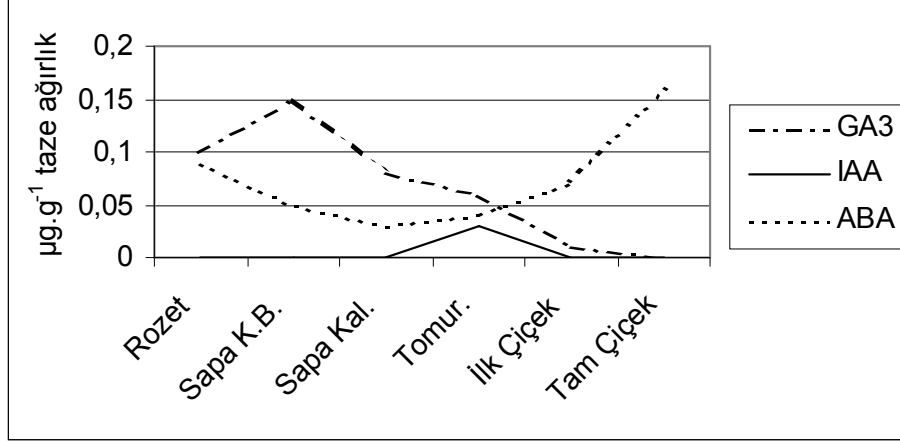
Yapraklarda özellikle tam çiçeklenme dönemine geçişle birlikte belirgin bir ABA artışı olmaktadır (Şekil 1). Bu artışlar daha çok yaprakların olgunlaşmaya teşviki ile ilgili olabilir. Çünkü yaprak yaşlanması ve onu izleyen yaprak kopma bölgesinin oluşumuyla ABA arasında yakın ilişkiler bulunmaktadır (Salisbury ve Ross, 1985).

Bitkinin sapa kalkma başlangıcında GA_3 seviyesi yüksek iken ABA seviyesinin düşük olduğu saptanmıştır. Bunu izleyen dönemlerle birlikte GA_3 azalış, ABA ise artış eğilimi göstermiştir (Şekil 2). Bitkide yüksek GA_3 ve düşük ABA seviyeleri sapa kalkma, tersi durum ise çiçeklenme eğilimini artmıştır. GA_3 ve ABA'nın nispeten düşük seviyelerde bulunduğu çiçek tomurcuğu oluşum döneminde, düzeyi genelde fazla değişmeyen IAA'nın en yüksek seviyeye ulaşması, IAA'nın tomurcuk farklılaşmasında önemli olabileceği olasılığını güçlendirmiştir. Bununla birlikte Chen (1987 ve 1990), çiçek tomurcuğu oluşumu ile sitokinin yüksek seviyeleri arasında yakın ilişkiler bulunduğunu belirtmiştir.

İlk çiçeklenmeden tam çiçeklenmeye geçişle birlikte yaprak ve sapta GA_3 ve IAA saptanmazken; ABA'nın yaprakta arttığı, sapta ise azaldığı görülmüştür (Şekil 1). Biyolojik test sonuçlarına göre yaprakta GA_3 azalırken, IAA ve ABA artmıştır. Sapta ise her üç hormonda azalma olmuştur (Çizelge 1). Bu geçiş sürecinde çiçek tablalarında GA_3 seviyesi düşerken, IAA ve ABA seviyelerinde artış olmuştur. Bu sonuçlar, ana sap tablasının çiçeklenmeyle birlikte özellikle primer tablalarda GA_3 azalırken, IAA ve ABA seviyelerinin arttığına işaret etmektedir.

Aspir bitkisinde ana sap tablası ile başlayan ve sırasıyla primer, sekonder ve tersiyer dal tablaları ile devam eden düzenli bir çiçeklenme intervali vardır.

Diğer birçok bitkide olduğu gibi asperde de ana tomurcuğun lateral tomurcuklar üzerinde güçlü bir baskınlığı (dominansı) söz konusudur. Çiçeklenme intervalinin düzenli olarak işlemesi büyük bir olasılıkla bitki içinde yukardan aşağıya ve dıştan içe doğru gelişen iç içe dominansi kırılmaları sonucunda olmaktadır (Baydar ve Yüce, 1996).



Şekil 2. Aspir bitkisinin çeşitli büyüme dönemlerinde HPLC’de saptanan toplam GA₃, IAA ve ABA seviyelerindeki değişimler.

Figure 2. Changes of total GA₃, IAA and ABA levels determined by HPLC at the different growing stages of safflower.

Farklı çiçek tablalarında yapılan ABA analizleri, asperde çiçek tomurcuğu baskınlığının ve çiçeklenme intervalinin oluşumunda ABA'nın etkin bir rol oynayabileceğini göstermiştir. Ana tomurcuğun çiçeklendiği dönemde, henüz çiçeklenmemiş olan primer ve sekonder sap tomurcukları, çiçeklenmiş olan ana tomurcuğa göre daha yüksek konsantrasyonlarda ABA içermektedir. Primer tomurcukların çiçeklendiği dönemde ise halen çiçeklenmemiş olan sekonder tomurcuklar, çiçeklenmiş olan ana ve primer tomurcuklara göre daha yüksek ABA içermektedir. Bir tomurcuğun çiçeklenmesiyle birlikte o tomurcuktaki içsel ABA seviyesi hızla azalmakta, buna karşın bir süre sonra çiçeklenecek tomurcuklarda ise hızla yükselmektedir. Belki de bir tomurcuğun diğer tomurcukların gelişimini baskı altına alma seyri bu şekilde olmakta ve en son çiçek tomurcuğu çiçekleninceye kadar devam etmektedir. Bir bitkide bütün çiçek tomurcuklarının homojen olarak aynı anda çiçeklenmesini önleyen ve gelişim sırasına göre uzun bir periyotta seyretmesini sağlayan mekanizmanın tek başına ABA tarafından yönlendirildiğini söylemek kuşkusuz mümkün değildir. Çünkü, çoğu fizyolojik olayda olduğu gibi, bu mekanizmanın işleminde de bir çok hormonun karşılıklı etkileşimlerinin olma olasılığı yüksektir.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Barnier, G., J. Kinet, and R. M. Sachs. 1991. The physiology of flowering. Vol. I. The initiation of flowers. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA, 149p.
- Baydar, H. ve S. Yüce. 1996. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de çiçeklenme intervalleri, tabla çiçeklenme tarihi ve tabla pozisyon etkisi ile fitohormonların bu özellikler üzerine etkileri. Tr. J. of Agri. And Forestry, 20: 259-266.
- Chen, W. S. 1983. Cytokinins of the developing mango fruits isolation, identification and changes in levels during maturation. Plant Physiology 71: 356-361.
- Chen, W. S. 1987. Endogenous growth substances in relation to shoot growth and flower bud development of mango. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 (2): 360-363.
- Chen, W. S. 1990. Endogenous growth substance in xylem and shoot tip diffusate of lychee in relation to flowering. Hort. Sci. 25 (3): 314-315.
- Durley, R. C., T. Kanangara, and G. M. Simpson. 1982. Leaf analysis for abscisic, phaseic and 3-indole acetic acids by HPLC. Jor. of Chromotography 196: 181-188.
- Evans, L. T. 1971. Flower induction and florigen concept. Ann.Rev.Plant Physiol. 22: 365-394.
- Hardin, J. M., and C. H. Stutte. 1981. Analysis of plant hormones using HPLC. Journal of Chromotography 208: 124-128.
- Kaynak, L. 1992. Büyüme düzenleyici maddelerin bahçe bitkilerinde kullanımı (Ders notu). Yayınlanmamıştır.
- Pal, S., and S. Ram. 1978. Endogenous gibberellins of mango shoot-tips and their significance in flowering. Hort. Sci. 9: 369-379.
- Potter, T. I., K. P. Zanewich, and S. B. Rood. 1993. Gibberellin physiology of safflower: Endogenous gibberellins and response to gibberellic acid. Plant Growth Regulation 12: 1-2, 133-140.

- Salisbury, F. B., and C. W. Ross. 1985. Plant physiology. Wadsworth Pub. Comp., USA, 757 p.
- Ünsal, N. P. 1993. Bitki büyüme maddeleri. İstanbul Üni. Yayın No: 3677, İ.Ü. Basımevi, İstanbul, 357 s.
- Ülger, S., İ. Baktır ve L. Kaynak. 1997. Zeytinlerde periyodisite ve çiçek tomurcuğu oluşumu üzerine içsel büyüme hormonlarının etkilerinin saptanması. Doğa (Baskıda).
- Wurst, W., Z. Prikryl, and J. Vokoun. 1980. HPLC of plant hormones II. Separation of plant hormones of the indole type. Jour. of Chromotography 191: 129 - 136.
- Wurst, W., Z. Prikryl, and J. Vokoun. 1984. HPLC of plant hormones II. Determination of plant hormones of the indole type. Jour. of Chromotography 286: 237-245.