

Gibberellik Asidin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)’de Erkek Kısırlık, Tohum Verimi ile Yağ ve Yağ Asitleri Sentezi Üzerine Etkisi

Hasan BAYDAR

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta–TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 03.11.1998

Özet: Bu çalışmada, gibberellik asit (GA_3) uygulamalarının aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) erkek ve dişi kısırlığı uyarımı, tohum verimi, yağ ve yağ asitleri sentezi ile büyüme ve gelişme özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Üç farklı dönemde ve beş farklı dozda uygulanan GA_3 ’in, % 93.0 oranlarına varan erkek kısırlığa neden olduğu, böylece hibrid tohum üretiminde GA_3 ’den pratik olarak faydalanılabileceği belirlenmiştir. Hem izolasyonlu hem de izolasyonsuz koşullarda GA_3 ’in tohum verimini önemli miktarlarda düşürdüğü saptanmıştır. GA_3 uygulamalarının yağ asitleri sentezi üzerinde önemli bir etkisi olmadığı, tomurcuk döneminde uygulanan 300 ppm GA_3 ’in ise yağ sentezini % 33.8’den % 38.8’e kadar artırdığı tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Aspir, *Carthamus tinctorius* L., gibberellik asit, erkek kısırlığı, yağ ve yağ asitleri sentezi.

Effects of Gibberellic Acid on Male Sterility, Seed Yield and Oil and Fatty Acid Syntheses of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Abstract: The purpose of this study was to determine the effects of gibberellic acid (GA_3) on male and female sterility, seed yield, oil and fatty acid syntheses, growth and development properties in safflower (*Carthamus tinctorius* var. Yenice).

GA_3 was applied in five different doses at three different stages, and induced male sterility at a rate of up to 93.0%. This finding has important implications for the practical use of GA_3 in hybrid seed production. GA_3 applications significantly decreased the seed yield per plant both in isolation and non-isolation. Although fatty acid syntheses did not change with any application, oil synthesis increased significantly from 33.8% to 38.8% with the application of 300 ppm GA_3 at the budding stage.

Key Words: Safflower, *Carthamus tinctorius* L., gibberellic acid, male sterility, oil and fatty acid synthesis.

Giriş

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) *Compositae* familyasından değerli bir yağ bitkisidir. Baydar ve Yüce (1) tarafından aspirde çiçeklenme intervali ve pozisyon etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan bir seri çalışmada, aspirde ana sap tablası ile başlayan ve onu üstten alta ve dıştan içe doğru devam eden oldukça düzenli bir interval olduğu, ancak pozisyon etkisi nedeniyle bitki içinde agronomik ve kalite özellikleri bakımından geniş bir varyasyon ortaya çıktığı saptanmıştır. Örneğin, bitkinin ilk çiçek açan tablasında % 43.9 gibi çok yüksek, en geç çiçek açan tablasında

ise % 14.5 gibi çok düşük yağ içeriği elde edilmiştir. Ayrıca interval nedeniyle uzun süren çiçeklenme, bitki içinde heterojen bir olgunlaşmaya neden olduğu ve bunun kombine hasat işlemini güçleştirdiği belirtilmiştir.

Aynı çalışmada, belirtilen olumsuzlukların giderilmesi için, bazı fitohormonların çiçeklenme intervali üzerindeki etkileri araştırılmış, özellikle gibberellik asidin (GA_3) çiçeklenmeyi 4–10 gün önce başlatacak şekilde uyarıcı etkide bulunduğu, ancak bazı istisnaları hariç, dıştan hormon uygulamalarının interval döngüsü üzerinde önemli bir değişiklik yapmadığı belirtilmiştir. Bu çalışmada bahsedilen önemli bir hususta, çiçek tomurcuklarına uygulanan GA_3 'ün tablada tohum sayısını önemli oranda düşürdüğü gözlenmiştir.

Bu bulguların daha iyi yorumlanabilmesi için, Baydar ve Ülger (2) tarafından aspir bitkisinde içsel hormon değişimleri ile çiçeklenme arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Bu çalışmada, rozet yapraklılık döneminde absisik asit (ABA)'ın, sapa kalkma başlangıcında GA_3 'ün yüksek seviyelerde bulunduğu, tomurcuklanma döneminde ise indol-3 asetik asit (IAA)'ın belirgin bir artış gösterdiği saptanmıştır. Aynı çalışmada, önemli bir sonuç olarak, beklenenin aksine çiçeklenmeye içsel GA_3 seviyelerinin en düşük olduğu bir dönemde geçildiği belirtilmiştir.

Her iki çalışma ortak irdelendiğinde; doğal koşullarda aspir çiçek tomurcuklarında içsel GA_3 seviyeleri düştüğünde çiçeklenmeye geçilmekte, ancak bu tomurcuklara dıştan bir GA_3 müdahalesi yapıldığında, çiçeklenmeye geçiş daha erken uyarılmakla birlikte, üretilen çiçeklerin döllenmesi aksamakta, tohum üretimi düşmektedir. Bu değerlendirmeler sonucunda, tohum üretimindeki düşüşlerin GA_3 'ün erkek kısırlık uyarısından ileri gelebileceği düşüncesi ağırlık kazanmış ve bu konu üzerinde daha detaylı bir çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur.

Sitoplazmik erkek kısırlığın (cms) hibrid ıslahında kullanımında uzun yıllar alan bir dizi melezleme ve geri melezlemelerin gerekliliği, cms özelliğinin sürdürülmesi, F_1 'lere fertilité kazandıracak restorer hatların bulunması gibi güçlükler nedeniyle, gametositler (kimyasal gamet öldürücüler) ile erkek kısırlığın uyarılması gibi yeni alternatifler araştırılmaktadır. Son yıllarda, başta çeltik (*Oryza sativa* L.) olmak üzere bir çok kültür bitkisinde GA_3 uyarıtması ile yaratılan erkek kısırlığından hibrid tohum üretiminde pratik olarak faydalanma olanakları araştırılmaktadır (3, 4, 5, 6, 7, 8). Aspir ile aynı familyada yer alan ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) bitkisinin 0.5–2 cm çapına ulaşan çiçek tomurcuklarına (*capitula*) uygulanan GA_3 'ün erkek kısırlığına neden olduğu (9), ve bu uygulama ile % 100 F_1 tohum üretiminin mümkün olabileceği belirtilmiştir (10). Benzer şekilde, eğer GA_3 asperde de erkek kısırlığını uyarıyorsa, bu hibrid aspir ıslahı için önemli bir aşama sayılabilir.

Bu çalışmada; farklı dönemlerde ve farklı dozlarda uygulanan GA_3 'ün, açıkta ve izolasyonlu koşullarda asperde erkek ve dişi kısırlığı uyarımı, tohum verimi, yağ ve yağ asitleri sentezi ile büyüme ve gelişimi üzerine etkilerinin saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Materyal

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde, 1997 yılında yapılan bu çalışmada, 'Yenice 5–38' (turuncu çiçekli ve dikensiz) çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. 'Dinçer

5-118' (turuncu çiçekli ve dikensiz) ve '5-154' (sarı çiçekli ve dikenli) çeşitleri ise, 'Yenice 5-38' çeşidi ile birlikte yağ kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla denenmişlerdir.

Tarla Deneme Planı

Tarla denemesi, tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller deseninde 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Dönemler ana parseller, GA₃ uygulamaları alt parseller olarak oluşturulmuştur. 15 Nisan 1997 tarihinde, her biri 6 m² (4 x 1.5 m) olan parsellere, 50 cm sıra arası ve 15 cm sıra üzeri mesafede ekimler yapılmıştır. Her bir parselde 3 bitki sırası oluşturulmuş ve her bir sırada ortalama 25 bitki yetiştirilmiştir. Parseller arası izolasyonu sağlamak için her parselde sadece orta sıralar GA₃ uygulamasına tabi tutulmuştur.

GA₃ Uygulaması

Gibberellik asit (C₁₉H₂₂O₆) bir miktar metanolde eritildikten sonra, her bitkiye 5 ml GA₃ çözeltisi düşecek miktarda 50, 100, 200 ve 300 ppm (mg/l)'lik konsantrasyonları hazırlanmıştır. Her bir uygulama bir defaya mahsus olmak üzere; rozet yapraklılık (ekimden 40 gün sonra), sapa kalkma (ekimden 55 gün sonra) ve tomurcuk (ekimden 70 gün sonra) olmak üzere 3 farklı dönemde uygulanmıştır. Kontrol (0 ppm) olarak seçilen parsellere ise aynı miktarlarda saf su püskürtülmüştür. Uygulamalar sabahın erken saatlerinde ve rüzgarsız bir havada, mikro uçlu pülverizatör yardımıyla bitkilere püskürtme şeklinde yapılmıştır. Muhtemel bulaşmaları önlemek için, uygulamalar sırasında parseller arasına karton plakalar yerleştirilmiştir.

Tozlaşmanın Kontrolü

Her parselde GA₃ uygulanmış bitkilerden 10 tanesinin çiçek tablaları, çiçeklenmeden önce kağıt poşetler yardımıyla izole edilmiştir. Böylece, seçilen bu bitkilerin kendine tozlaşması sağlanmıştır. Geri kalan bitkiler ise, doğal açıkta tozlaşmaya bırakılmıştır.

Araştırmada İncelenen Özellikler

Toplam çiçek sayısı: Çiçeklenme öncesinde, her bir parselden rastgele seçilen 10 bitkinin ana sap tablasında oluşan tüm çiçeklerin sayılmasıyla (adet/tabla) bulunmuştur.

Fertil çiçek sayısı: İzole edilmiş ve edilmemiş 10 adet ana sap tablasında tohum bağlamış çiçeklerin sayılmasıyla (adet/tabla) belirlenmiştir.

Kısır çiçek sayısı: İzole edilmiş ve edilmemiş tablalarda çiçek organları oluşturmuş, ancak tohum bağlamamış çiçeklerin sayılmasıyla (adet/tabla) bulunmuştur.

Erkek kısırılık oranı: İzole edilmiş ve edilmemiş tablalarda, toplam çiçek sayısı içinde kısır çiçek sayısı oranı (%) olarak belirlenmiştir.

Dişi kısırılık oranı: GA₃ uygulanmış ve uygulanmamış tablalardan elde edilen tohum sayılarının, tablada toplam çiçek sayısına oranı (%) olarak belirlenmiştir.

Tohum verimi: Olgunlaşmayla birlikte, izole edilmiş ve edilmemiş 10 bitkide (g/bitki) belirlenmiştir.

Yukarıda incelenen özelliklerin belirlenmesinde, Birsin (11)'in belirttiği yöntemlerden de faydalanılmıştır.

Sap uzaması: Rozet dönemde uygulanan GA₃'in sap uzaması üzerine olan etkisini saptamak amacıyla, ekimden sonraki 50., 60., 70., 80. ve 90. günlerde, her bir uygulama için 10 bitki üzerinde ana sap boyları (cm) ölçülmüştür.

Stoma ve epidermis hücre büyüklüğü: GA₃'in stoma ve epidermis hücre büyüklüğü üzerine etkisinin saptanması amacıyla; rozet yapraklılık döneminde 300 ppm GA₃ uygulanmış bitkiler ile kontrol (0 ppm GA₃) bitkilerin ana sapsarı üzerindeki 3. boğum aralığından alınan epidermis hücre kesitlerinden preparatlar hazırlanmış ve bu preparatlar mikroskopta (x400) incelenerek hücrelerin eni ve boyu ölçülmüştür.

Yağ İçeriği: Her bir uygulama için hasat edilen bitkilerden elde edilen tohumlar iç edildikten sonra soxhlet aygıtında petrol eteri ile eksakte edilmiş ve böylece % olarak içte yağ içerikleri belirlenmiştir.

Yağ asitleri: Soxhlet ile elde edilen ham yağ örnekleri esterleştirildikten sonra, FID donanımlı HRGC Mega 2 tip FISIONS marka gaz kromatografisinde yağ asitlerine ayrıştırılmıştır. Ayrıştırmada kolon olarak Permabond FFAP-DF-25 m x 0.25 mm ID tip kılcal kolon kullanılmıştır. Doymuş yağ asitlerinden palmitik (C16: 0) ve stearik (C18: 0) asit, doymamış yağ asitlerinden oleik (C18: 1) ve linoleik (C18: 2) asidin oranları (%) olarak saptanmıştır. Doymamışlık oranı; doymamış yağ asitlerinin tüm yağ asitlerine oranlanması ile (%) olarak belirlenmiştir. Yağ ve yağ asitleri analizleri Baydar (12) tarafından detaylı olarak açıklanmıştır.

İstatistiksel Değerlendirme

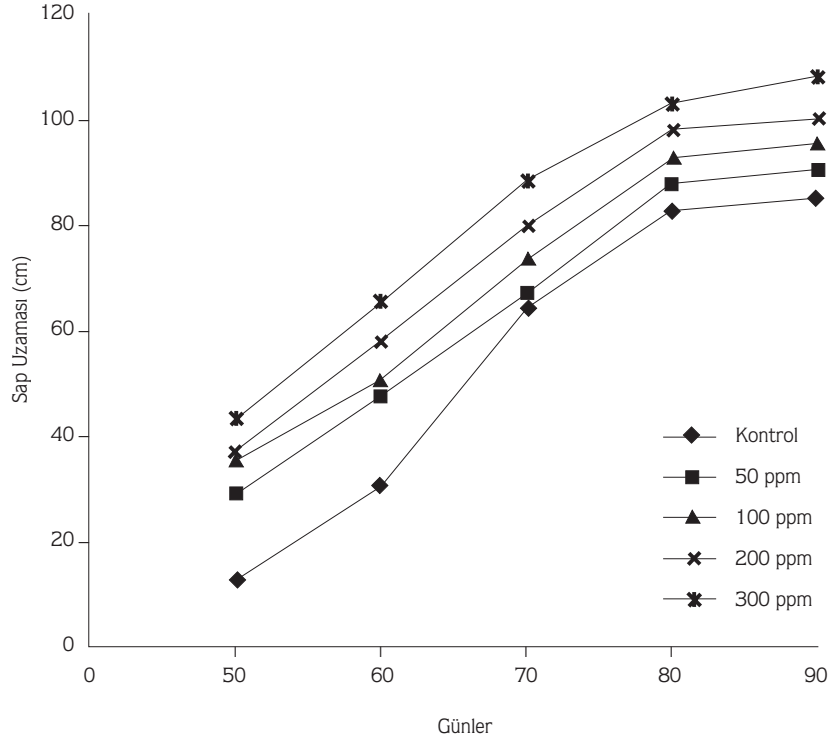
Elde edilen değerlerin varyans analizi tesadüf parsellerinde bölünmüş parseller desenine göre MSTATC istatistik paket programında yapılmış ve ortalamalar arasındaki farkın önemliliği L.S.D (%5) testi ile kontrol edilmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Sap Uzaması

Şekil 1'de aspir bitkisinin rozet büyüme döneminde uygulanan GA₃'in bitki sap uzaması üzerine olan etkisi gösterilmiştir.

Rozet döneminde uygulanan GA₃, bitki sap uzaması üzerine yüksek derecede uyarıcı etkisi olduğu saptanmıştır. Uygulama tarihinden sonraki tüm dönemlerde kontrol bitkilere göre tüm konsantrasyonlarda daha yüksek sap uzamaları gerçekleşmiş, konsantrasyon artışlarına paralel olarak etkinin şiddeti de daha yüksek olmuştur (Şekil 1). GA₃ uygulamalarının aspride sap uzamasını teşvik ettiği Potter ve ark. (13) tarafından da saptanmıştır. Boğumarası uzaması yoluyla sap uzaması teşvik edilirken, sap kalınlaşması yönünden herhangi bir farklılık gözlenmemiştir. Salisbury ve Ross (14) gibberellinlerin bitkilerde; i) meristem hücre bölünmesini teşvik ederek, ii) hücre su potansiyelini düşürüp su girişini artırma yoluyla hücre büyümesini sağlayarak ve iii) hücre esnekliğini artırarak sap uzamasını hızlandırdıklarını bildirmişlerdir.



Şekil 1. Rozet Büyüme Döneminde Aspir Bitkisine Uygulanan GA_3 'in Bitki Sap Uzaması Üzerine Etkisi.

Stoma ve Epidermiş Hücre Büyüklüğü

Tablo 1'de rozet büyüme döneminde uygulanan 300 ppm GA_3 'in kontrol bitkilere göre stoma ve epidermal hücre büyüklüğü üzerine etkisi gösterilmiştir.

Tablo 1'den de açıkça görüldüğü gibi, GA_3 aspride stoma ve hücre büyüklüğünü önemli oranlarda artırmaktadır. Epidermiş hücrelerinde bu artış oranı; hücre eni için 1.09 kat, hücre boyu için 2.43 kat bulunmuştur. Bu sonuçlar, GA_3 'in sap uzamasını teşvik ederken, sap kalınlaşması üzerine etkisiz kalmasının nedeni de açıklamaktadır.

Erkek ve Dişi Kısırlığı Uyarımı ile Tohum Verimi

Normal erkek (polen) fertil bitkiler dolgun ve sarı renkte anterlere sahip çiçekler taşıırken, özellikle tomurcuk döneminde GA_3 uygulamaları, bu tip çiçekler yanında morfolojik olarak daha farklı çiçek ve anter yapıları da ortaya çıkarmıştır. Polen yokluğu veya eksikliği nedeni ile beyaz veya açık sarı renklere görünen anterlerin, bariz erkek kısır oldukları tespit edilmiştir. Aspride, genetik erkek kısır çiçekler için benzer fenolojik gözlemler Heaton ve Knowles (15) tarafından da belirtilmiştir. Ayrıcağında de çiçek tomurcuğu oluşum döneminde uygulanan GA_3 'in mikrosporogenesis'i önleyerek boş anter oluşumuna neden olduğu bildirilmiştir (10).

Gibberellik Asidin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Erkek Kısırlık, Tohum Verimi ile Yağ ve Yağ Asitleri Sentezi Üzerine Etkisi

GA₃'in beş farklı dozunun üç değişik uygulama zamanında izole edilmiş ve edilmemiş tablolarda toplam ve fertil çiçek sayısı, erkek ve dişi kısırlık oranı ve tohum verimi üzerine etkileri Tablo 2'de sunulmuştur. Tabloda gösterilmemiş olmakla birlikte, belirtilen bu özelliklerden toplam çiçek sayısı dışındaki özellikler için dönemler, dozlar ve dönem x doz etkileşimlerinin istatistiksel olarak 0.01 düzeyinde önemli olduğu saptanmıştır.

Uygulama	Hücre boyutu (mm x1/400)	
	Stoma hücresi	Epidermis hücresi
300 ppm GA ₃	en : 1.25 ± 0.08	en : 2.21 ± 0.31
	boy : 1.80 ± 0.12	boy : 8.65 ± 0.78
0 ppm GA ₃ (Kontrol)	en : 1.16 ± 0.06	en : 2.01 ± 0.09
	boy : 1.50 ± 0.10	boy : 3.55 ± 0.43

Tablo 1. Rozet büyüme döneminde GA₃ uygulamasının stoma ve epidermis hücre büyümesi üzerine etkisi.

Tablo 2. GA₃'in izole edilmiş ve edilmemiş (açık) koşullarda çiçek sayıları, erkek ve dişi kısırlık oranları ve tohum verimi üzerine etkisi.

Dönemler/ Dozlar	Toplam çiçek sayısı	Fertil çiçek sayısı (adet/tabla)		Erkek kısırlık oranı %		Dişi kısırlık oranı %	Tohum verimi g/bitki	
		İzole	Açık	İzole	Açık		(İzole)	İzole
<i>Rozet</i>								
0 ppm	90.8	23.4 a	28.6 a	74.2 d	68.5 h	25.7 a	6.13 a	8.48 a
50 ppm	90.1	22.7 ab	26.7 ab	74.8 cd	70.4 gh	25.1 a	3.91 de	5.82 cd
100 ppm	90.0	20.6 abc	22.2 cd	77.1 bcd	75.3 de	22.8 ab	4.62 bcd	4.69 e-h
200 ppm	89.7	18.6 bc	20.7 de	79.3 bc	76.9 d	20.6 bc	4.68 bcd	4.85 efg
300 ppm	89.0	16.4 c	22.8 cd	81.6 b	74.4 def	18.4 c	3.91 de	6.37 bc
<i>Sapa kalk.</i>								
0 ppm	90.4	22.3 ab	25.5 abc	75.3 cd	71.7 fg	24.6 ab	5.61 ab	6.83 b
50 ppm	90.7	20.1 abc	21.7 d	77.9 bcd	76.1 d	22.1 abc	3.09 efg	3.71 ij
100 ppm	89.2	20.0 abc	21.6 d	77.6 bcd	75.7 de	22.4 abc	4.82 bcd	5.30 def
200 ppm	89.5	20.5 abc	21.6 d	77.2 bcd	75.9 de	22.8 ab	4.28 cde	4.33 g-j
300 ppm	88.2	16.3 c	23.9 bcd	81.5 b	72.9 efg	18.5 c	3.13 ef	4.58 f-i
<i>Tomurcuk</i>								
0 ppm	91.2	22.8 ab	23.0 cd	75.0 cd	74.7 def	24.9 a	5.19 abc	5.61 ce
50 ppm	90.3	8.7 d	15.3 fg	90.3 a	83.1 bc	9.6 d	2.35 fgh	4.21 g-j
100 ppm	89.4	8.3 d	11.3 h	90.7 a	87.4 a	9.2 d	1.74 h	3.42 h-j
200 ppm	88.8	6.2 d	13.9 gh	93.0 a	84.3 ab	6.9 d	2.21 fgh	3.79 d-g
300 ppm	89.0	7.5 d	17.6 ef	91.6 a	80.2 c	8.4 d	1.89 gh	5.12 cde
P	ns	**	**	**	**	**	**	**
LSD (%5)	-	4.78	3.43	4.59	3.12	4.27	1.20	0.96

*) P<0.05, **) P<0.01, ns: önemli değil.

Aspir bitkisinin tablalarında toplam olarak ortalama 90 adet çiçek oluştuğu, GA₃'in tablada üretilen çiçek sayısı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığı, bununla birlikte artan dozlarda çiçek sayısında az da olsa düşüşler olduğu görülmektedir. Ancak, GA₃'in izole edilmiş ve edilmemiş koşullarda tablada fertil çiçek sayısı ve dolayısı ile tablada tohum sayısı üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur.

İzole edilmiş tablolarda, geç dönemlere doğru artan dozlarla birlikte tablada fertil çiçek sayısı önemli oranlarda azalmıştır (Tablo 2). Fertil çiçek sayısı, ilk iki dönem için 300 ppm ve son dönem için 200 ppm dozlarında kontrollerine göre sırasıyla % 30.0, % 27.1 ve % 72.8 oranlarında düşüş göstermiştir. Fertil çiçek sayısı aynı zamanda tablada tohum sayısını da ifade ettiği için, aynı oranlar tohum sayısındaki düşüşler için de geçerlidir. Bu sonuçlar GA₃'in kısırlık uyarımının belirgin etkileri olarak gösterilebilir. Fertilitenin en fazla tomurcuklanma dönemindeki uygulamalarda düşüş göstermesi, mikrosporogenesis'in bu dönemde gerçekleşmesiyle yakından ilgili olabilir.

İzolasyon kaldırıldığında, yabancı tozlaşma nedeniyle fertilitate artmış ve böylece gruplar arasındaki farklılıklar azalmıştır. Özellikle en yüksek sterilitenin gerçekleştiği tomurcuk dönemindeki uygulamalarda, açıkta tozlaşma ile birlikte fertilitate artışı daha belirgin ortaya çıkmıştır (Tablo 2). Böylece, erkek kısırlık uyarımının yüksek olduğu tablolarda, yabancı tozlaşma etkinliği de yüksek olmaktadır.

Aspirde GA₃ uygulamaları ile önemli oranlarda erkek kısırlık uyarımı sağlanmıştır. İzole edilmiş tablolarda bütün dönem ve dozlarda erkek kısırlık oranının arttığı, özellikle tomurcuk döneminde yapılan uygulamalarda artışın daha belirgin olduğu görülmektedir (Tablo 2). GA₃ ile erkek kısırlık oranı, rozet dönemde % 81.6'ya, sapa kalkma döneminde % 81.5'a ve tomurcuk döneminde % 93.0'e kadar artış göstermiştir. % 100 erkek kısırlığın, genotipe, uygulanan gametositin türüne, dozuna, uygulama zamanına ve çevresel faktörlere bağlı olarak oluşabileceği belirtilmiştir (11). Bu çalışmada, çiçek tomurcuklarına uygulanan 50–300 ppm GA₃'in aspirde % 90'ın üzerinde erkek kısırlık uyarıtısı sağladığı saptanmıştır. Bu sonuç, hibrid aspir tohum üretiminde olduğu kadar, rasgele eşli populasyonların oluşturulmasında da büyük önem taşımaktadır. Ancak, bu çalışmadan elde edilen sonuçların, bir kaç yıl süre ile bir kaç lokasyonda ve farklı aspir çeşitleri ile yürütülecek olan çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

Daha önce yapılan çalışmalarda, aspirde genetik erkek kısırlığın mevcut olduğu ve tek bir resesif çekirdek geni (*ms*) tarafından kontrol edildiği, ayrıca *ms* geninin dişi fertilitesi üzerinde hiç bir ters etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Afganistan orijinli PI 253914 aspir introduksiyonuna kolçisin uygulaması sonucunda, C₂ generasyonunda erkek kısır döllere ortaya çıktığı ve *ms* geni taşıyan genetik erkek kısır germplazmaların (UC-148 ve UC-149) elde edildiği rapor edilmiştir (15).

Gametosit uygulamalarının sadece erkek kısırlık üzerine etkili olması, buna karşın dişi kısırlığa yol açacak bir etkide bulunmaması istenmektedir (11, 15). Aksi takdirde, dişi kısırlık nedeniyle hibrid tohum üretimi düşmektedir. Tablo 2'de görüldüğü gibi, GA₃ aspirde dişi kısırlık oranını özellikle tomurcuk dönemindeki uygulamalarda % 10'un altına düşürmüştür. Kontrol bitkilerde gözleendiği gibi, aspirde doğal olarak yüksek oranlarda erkek ve dişi kısırlık

bulunmaktadır. Aspirde yüksek verimli hat ve çeşit ıslahında, düşük erkek ve dişi kısırlık oranlarına göre yapılacak seleksiyonlar ile başarıya ulaşma şansının artması beklenebilir.

İzole edilmiş bitkilerde, özellikle tomurcuklanma döneminde yapılan GA₃ uygulamalarında bitki başına tohum verimi önemli oranlarda düşüş göstermiştir (Tablo 2). Bu düşüşler tabloda tohum sayısı ve erkek kısırlık oranındaki değişimlerle yakın bir paralellik göstermiştir. Açıkta tozlaşma durumunda, tohum verimi yükselmiş ve kontrol bitkilerin verimine yakın değerler alınmıştır. Benzer sonuçlarla, açıkta tozlaştırılmış genetik erkek kısır bitkilerde tohum veriminin hemen bitişindeki fertil bitkilerin verimine yakın olduğu belirtilmiştir (15). Potter ve ark. (13) da yaptıkları çalışmada GA₃ uygulamalarının aspirin tohum verimini düşürdüğünü saptamışlardır.

Yağ ve Yağ Asitleri Sentezi

GA₃ uygulamalarının aspirde yağ ve yağ asitleri ile doymamışlık oranı üzerine olan etkileri Tablo 3'de sunulmuştur.

Tablo 3. GA₃'in aspirde yağ ve yağ asitleri sentezi üzerine etkisi.

Dönemler/ Dozlar	Yağ oranı %	Yağ asitleri (%)				Doymamışlık %
		palmitik	stearik	Oleik	Linoleik	
Rozet						
0 ppm	32.1 <i>ef</i>	6.62	1.91	11.6	78.9	91.3
50 ppm	31.4 <i>ef</i>	6.54	1.92	11.4	79.9	91.4
100 ppm	30.6 <i>f</i>	7.49	1.69	11.2	79.6	90.8
200 ppm	31.1 <i>ef</i>	8.71	1.11	10.8	79.4	90.2
300 ppm	35.0 <i>a-d</i>	8.70	0.22	12.6	78.5	91.1
Ortalama	32.0	7.61	1.37	11.5	79.3	90.9
Sapa kalkma						
0 ppm	32.7 <i>def</i>	7.02	1.99	11.1	78.7	90.8
50 ppm	32.9 <i>def</i>	9.02	0.96	11.3	78.8	90.0
100 ppm	34.2 <i>c-f</i>	6.79	1.55	12.0	79.4	91.7
200 ppm	37.2 <i>abc</i>	6.78	1.91	11.8	79.2	91.3
300 ppm	38.3 <i>ab</i>	7.00	2.20	12.3	78.3	90.8
Ortalama	35.1	7.32	1.72	11.7	78.9	90.9
Tomurcuk						
0 ppm	33.8 <i>c-f</i>	7.23	1.55	11.9	79.0	91.3
50 ppm	34.8 <i>b-e</i>	6.57	2.09	12.2	78.7	91.3
100 ppm	37.6 <i>abc</i>	6.82	2.00	13.4	77.5	91.2
200 ppm	36.4 <i>a-d</i>	8.42	1.78	12.8	76.8	89.9
300 ppm	38.8 <i>a</i>	7.37	1.30	13.6	77.6	91.3
Ortalama	36.3	7.28	1.75	12.7	77.9	91.0
P	**	ns	ns	ns	ns	ns
LSD (%5)	3.90					
Yenice 5-38	32.8	6.95	1.78	11.5	79.1	91.1
Diğer 5-118	35.6	8.82	0.89	14.9	75.4	90.3
5-154	37.5	7.86	1.65	41.3	49.1	90.5

*) P<0.05, **) P<0.01, ns: önemli değil.

Tablo 3'den de izlendiği gibi, GA₃ aspirde yağ sentezini teşvik etmektedir. Yağ içeriği bakımından dönemler ve dozlar arasında istatistiksel olarak önemli farklar elde edilmiştir. Geç uygulama dönemlerine ve artan konsantrasyonlara paralel olarak yağ içeriği artış göstermiştir. Tomurcuklanma döneminde uygulanan 300 ppm GA₃ ile yağ içeriği % 33.8'den % 38.8'e kadar artış göstermiştir (Tablo 3). Bu artış ile, standart çeşitler arasında % 37.5 oran ile en yüksek yağ içeren '5-154' çeşidinin de üzerine çıkmıştır.

GA₃'in yağ asitleri sentezi üzerine etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Bununla birlikte, ilk uygulama döneminden sonra uygulama dönemine doğru; palmitik asit % 7.61'den % 7.28'e ve linoleik asit % 79.5'den % 77.9'a düşerken, stearik asit % 1.37'den % 1.75'e ve oleik asit % 11.5'den % 12.7'ye yükselmiştir. Doymamışlık oranı ise ortalama % 91'lik oranlarla çok daha küçük değişimler göstermiştir (Tablo 3).

Yağ kalite özellikleri bakımından çeşitler arasında oldukça belirgin farklılıklar bulunmuştur. 'Yenice 5-38' çeşidi % 32.8 ile en düşük, '5-154' çeşidi % 37.5 ile en yüksek yağ içerdiği saptanmıştır. Böylece, dikenli çeşitlerin dikensiz çeşitlere göre daha fazla yağ içerdiği (16), bu çalışmada da teyit edilmiştir. 'Yenice 5-38' ve 'Diğer 5-118' çeşitleri yüksek linoleik asit ile (sırasıyla % 79.1 ve % 75.4), 5-154 çeşidi ise yüksek oleik asit ile (% 41.3) karakterize edilmişlerdir. Aspirde yağ asitleri bir gen çifti (*O1/O1*) tarafından kontrol edilmekte, *O1/O1* allel gen çifti yüksek linoleik asit (% 75-80)/düşük oleik asit (% 10-15) içeriğini, buna karşılık *o1/o1* allel gen çifti düşük linoleik asit (% 12-30)/yüksek oleik asit (% 64-83) içeriğini kontrol etmektedir (17). Buna göre, yağ asitleri yönünden 'Yenice 5-38' ve 'Diğer 5-118' çeşitleri homozigot dominant (*O1/O1*), 5-154 ise heterozigot dominant (*O1/o1*) kalıtım göstermektedir.

Kaynaklar

1. Baydar, H., Yüce, S., Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de çiçeklenme intervalleri, tabla çiçeklenme tarihi ve tabla pozisyon etkisi ile fitohormonların bu özellikler üzerine etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 20: 259-266, 1996.
2. Baydar, H., Ülger, S., Correlations between changes in the amount of endogenous phytohormones and flowering in the safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Tr. J. of Biology 22: 421-425, 1998.
3. Aswathanayana, S.C., Mahadevappa, M., 1991. Determination of optimum stage of gametocide application in inducing pollen sterility for production of hybrid rice (*Oryza sativa*). Mysore Jour. of Agri. Sci. 25: 3, 284-287, 1997.
4. Bhardwaj, M.L., Chemically induced male sterility in onion (*Allium cepa* L.). New Agriculturist 1: 2, 139-142, 1991.
5. Virmani, S.S., Young, J.B., Moon, H.P., Kumar, J., Flinn, J.C., Increasing rice yields through exploitation of heterosis. IRRI Res. paper Series No. 156, 13 pp., 1991.
6. Duan, X.M., Ma, H.S., Effects of gibberellic acid application on seed yield and quality of hybrid rice. Seed Sci. and Tech. 20: 2, 209-214, 1992.

Gibberellik Asidin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Erkek Kısırlık, Tohum Verimi ile Yağ ve Yağ Asitleri Sentezi Üzerine Etkisi

7. Jiang, L.C., Liu, Q.X., Physiological and biochemical characteristics of male sterile and fertile alabastra of rapeseed (*Brassica napus*). *Oil Crops of Chiana* 16: 1, 11–14, 1994.
8. Ravikesavan, R., Rathnaswamy, R., Induction of male sterility in pigeonpea using chemical pollen suppressant. *Indian Jour. of Pulses Res.* 7: 1, 66–67, 1994.
9. Destro, D., Arias, E.R.A., Miglioranza, E., Toledo, J.F.F., Development stages suitable for the application of male sterility inducing phytohormones in sunflower. *Pestquisa Agro. Brasileira* 28: 5, 593–596, 1993.
10. Fick, G.N., *Sunflower Science and Technology: breeding and genetics.* American Soc. and Agronomy, Crop Sci. Soc. of America, Soil Sci. Soc. of America Inc., Publishers Madison, Wisconsin, USA, 1978.
11. Birsin, M.A., Buğdayda erkek kısırlığın elde edilme yöntemleri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi, Ankara Ün. Fen Bilimleri Ens., Ankara, 1995.
12. Baydar, H., Türkiye susam (*Sesamum indicum* L.) populasyonlarında bazı özelliklerin varyasyonu ve verim ile kalite tipi hat geliştirme olanakları. Doktora Tezi, Akdeniz Ün. Fen Bilimleri Ens., Antalya, 1997.
13. Potter, T.I., Zanewick, K.P. Rood, S.B., Gibberellin Physiology of Safflower: endogenous gibberellins and response to gibberellic acid. *Plant Growth Regulation*, 12: 1–2, 133–140, 1993.
14. Salisbury, R.S., Ross, C.W. *Plant Physiology: hormones and growth regulators.* Wadsworth Pub. Comp., p: 309–329, USA, 1989.
15. Heaton, T.C., Knowles, P.F., Inheritance of male sterility in safflower. *Crop Science* 22: 520–522, 1982.
16. Weiss, E.A., *Castor, sesame and safflower.* Barnes and Noble Inc., p: 593–613, New York, USA, 1971.
17. Knowles, P.F., Hill, A.B., Inheritance of fatty acid content in the seed oil of a safflower introduction from Iran. *Crop Sci.* 4: 406–409, 1964.