

**ASPIR BİTKİSİNDE (*Carthamus tinctorius L.*)
GİBBERELLİK ASİT DESTEKLİ MELEZ TOHUM ÜRETİMİ**

Osman Yener GÖKMEN

**Yüksek Lisans Tezi
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI
ISPARTA, 2004**

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ASPIR BİTKİSİNDE (*Carthamus tinctorius L.*)
GİBBERELLİK ASİT DESTEKLİ
MELEZ TOHUM ÜRETİMİ**

Hazırlayan: Osman Yener GÖKMEN

Danışman: Doç. Dr Hasan BAYDAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİMDALI**

ISPARTA, 2004

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Bu çalışma jürimiz tarafından TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI'nda
YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr.Nilgün BAYRAKTAR

Üye: Prof.Dr. Tahsin KARADOĞAN

Üye: Doç.Dr. Hasan BAYDAR

ONAY

Bu tez 27/01/2004 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri
üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

...../...../2004

Prof. Dr. Remzi KARAGÜZEL
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
SİMGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLGİSİ	5
3. MATERYAL VE METOT	13
3.1. Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri	13
3.2. Materyal	14
3.3. Metot	15
3.3.1. Sera koşullarında gibberellik asit uygulamaları	15
3.3.2. Tarla koşullarında gibberellik asit uygulamaları	16
3.3.3. F ₁ generasyonunda melez bitki oranlarının belirlenmesi	18
3.3.4. Doğal yabancı tozlaşma oranının belirlenmesi	18
3.3.5. Verim ve kalite özelliklerine ilişkin heterosis değerlerinin belirlenmesi	19
3.3.6. Laboratuvar test ve analizleri	19
3.3.6.1. Polen canlılık testi	19
3.3.6.2. Polen verimlilik testi	20
3.3.6.3. Yağ analizi	20
3.3.6.4. Yağ asitleri analizi	20
3.3.7. İstatistiksel değerlendirmeler	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	24
4.1. Gibberellik asidin polen canlılığı ve polen verimliliği üzerine etkisi	24
4.2. Gibberellik asidin bitki çıkışı üzerine etkisi.....	27
4.3. Gibberellik asit uygulamaları ile elde edilen melez bitki oranları	28
4.4. Doğal yabancı tozlaşma oranı	29
4.5. Verim ve kalite özelliklerine ait heterosis değerleri	30

5. TARTIŞMA VE SONUÇ	32
5.1. Gibberellik asidin polen canlılığı ve verimliliği üzerine etkisi	32
5.2. Bitki çıkışı üzerine gibberellik asidin etkisi	34
5.3. Gibberellik asit uygulamaları ile elde edilen melez bitki oranı... ..	35
5.4. Doğal yabancı tozlaşma oranı	36
5.5. Verim ve kalite özelliklerine ilişkin heterosis değerleri	37
6. KAYNAKLAR	40
ÖZGEÇMİŞ	44

ÖZET

Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde 2001 ve 2002 yıllarında yürütülen bu araştırmada; aspirde (*Carthamus tinctorius* L.) gibberellik asit (GA₃) ile sentetik olarak uyarılan erkek kısırılığı yardımıyla hibrid tohum üretiminde etkili ve pratik bir yöntem geliştirmek amaçlanmıştır. GA₃'in polen canlılığı ve polen üretimi üzerine etkilerini belirlemek için sera ve tarla denemeleri yürütülmüştür. Dikenli '5-154' çeşidinin ve dikensiz 'Dinçer 5-118' çeşidinin tohumları 2001 yılında alternatifli sıralarda yetiştirilmiştir. Dikensiz dişi bitkilerin ('Dinçer 5-118') 0.5 cm'den küçük tomurcuklarına erkek kısırılığı uyarıtısı için GA₃'in değişik konsantrasyonları (1x100, 2x100, 3x100, 200 ve 300 ppm) uygulanmıştır. Kontrol bitkilere GA₃ yerine sadece saf su püskürtülmüştür. Polen fertil ve polen steril bitkiler arasındaki tozlaşmalar tamamen bal arıları gibi doğal tozlayıcılar tarafından sağlanmıştır. Ekimden sonra 75., 82. ve 89. günlerde 3 defa püskürtme şeklinde uygulanan 100 ppm GA₃ (3x100 ppm) ile polen canlılığı kontrole göre % 81.6'dan % 6.7'ye düşmüştür. Anter başına en düşük polen verimi ekimden 75 gün sonra bir defada uygulanan 300 ppm GA₃ ile alınmıştır. 2002 yılında yetiştirilen F₁ bitkilerinden '5-154' erkek ebeveyninin markır olarak kullanılan dikenlilik özelliğini taşıyanların skorlanması ile melez bitki oranları belirlenmiştir. En yüksek melez bitki oranı ortalama % 80.7 ile 3 defa 100 ppm GA₃ (3x100 ppm GA₃) püskürtülmüş bitkilerden elde edilmiştir. Daha çok kendine tozlaşan bir bitki olarak kabul edilen aspirde % 19.9 oranında doğal yabancı tozlaşma oranı bulunmuştur. Ana, birincil ve ikincil sap tablaları farklı oranlarda doğal yabancı tozlaşma oranları vermiştir. En yüksek heterosis değerleri % 25.6 ve % 15.8'lik oranlarla sırasıyla bitki başına tohum verimi ve bitki başına tabla sayısından elde edilmiştir. Ancak yağ içeriği ve yağ asitlerinde bulunan heterosis değerleri genellikle düşük ve önemsiz olmuştur. Bir kimyasal erkek kısırılık (*ch-ms*) uyarıcısı olarak gibberellik asidin aspir hibrid tohum üretiminde geniş bir kullanım potansiyeli olabileceği sonucuna varılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Aspir, *Carthamus tinctorius* L., Kimyasal erkek kısırılık, Gibberellik asit, Hibrid tohum üretimi

ABSTRACT

The objective of this research which was carried out at Süleyman Demirel University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops in 2001 and 2002 was to develop an effective and practical method for hybrid seed production in safflower, *Carthamus tinctorius* L., by inducing synthetic male sterility with gibberellic acid (GA₃). Greenhouse and field experiments were carried out to determine the effects of GA₃ on pollen viability and pollen productivity. The seeds of variety '5-154' with spiny capitulum and variety 'Dinçer 5-118' with non-spiny capitulum were sown in alternate rows in 2001. The buds with <0.5 cm diameter of the non-spiny female plants were exposed to the various concentrations of GA₃ (1x100, 2x100, 3x100, 200 and 300 ppm) for male sterility induction. In the control plants, pure water was sprayed instead of GA₃. The pollination between the pollen fertile and pollen sterile plants was accomplished by the natural pollinators, especially honey bees. Three successive sprays (75, 82 and 89 days after sowing) of 100 ppm GA₃ (3x100 ppm) to the buds resulted in reduced pollen viability from 81.6 % to 6.7 % compared to the control. 300 ppm GA₃ treatment applied once 75 days after sowing gave the lowest pollen yield per anther. The hybrid plant percentages were determined by scoring F₁ plants with spiny character, which was the marker character from male parent '5-154', grown in 2002. The plants treated with 3 successive sprays of 100 ppm GA₃ (3x100 ppm GA₃) produced the highest hybrid plant percentage as an average of 80.7 %. Natural cross-pollination of 19.9 % was found in safflower which is mainly accepted as a self-pollinated plant. The main, primary and secondary heads gave different percentages of natural cross-pollination. The greatest heterosis values were obtained from the seed yield per plant followed by head number per head as 25.6 % and 15.8 %, respectively. The heterosis values for oil content and fatty acids were generally low and non-significant. As a result, there was a potential use of GA₃ as a chemical male sterility (*ch-ms*) inducer in the safflower hybrid seed production.

KEY WORDS: Safflower, *Carthamus tinctorius* L., Chemical male sterility, Gibberellic acid, Hybrid seed production

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Aspir bitkisi kuraklığa ve tuzluluğa olan yüksek toleransı nedeniyle özellikle kuru tarım alanlarında değerlendirilebilecek alternatif ürünlerden birisidir. Küresel ısınmanın yol açtığı kuraklaşma sürecinde önemini gittikçe artırması beklenmektedir. Çok değerli bir yağ bitkisi olmakla birlikte, tohum veriminin diğer yağ bitkilerine göre nispeten düşük kalması Dünya'da ve Türkiye'de tarımının istenen seviyede gelişmesini engellemektedir. Bu nedenle, asperde tohum verimini artırmaya dönük ıslah çalışmaları arasında hibrid ıslahının ayrı bir önemi bulunmaktadır. Ancak, asperde mevcut genetik ve yapısal kısırlık genlerinden pratikte faydalanılamadığı için, dişi bitkilerin kastrasyonu ve elle tozlaştırılması işlemleri hibrid tohumluk üretimini ekonomik anlamda olanaksız kılmaktadır.

İşte, bu yüksek lisans tezinde alternatif bir yol olarak asperde kimyasal olarak yaratılan sentetik polen kısırlığı yoluyla pratik ve ekonomik bir hibrid tohum üretim metodunun geliştirilmesine çalışılmış ve oldukça olumlu sonuçlara ulaşılmıştır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçların aspir tarımının gelişmesinde önemli katkılar sağlayacağına inanıyorum.

Bana böyle önemli bir konuda araştırma yapma olanağı sağlayan, araştırmanın her aşamasında bilgi ve deneyimlerini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç.Dr. Hasan BAYDAR'a (Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta) teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Ayrıca, çalışmalarım sırasında değerli katkılarını ve manevi desteğini esirgemeyen Sayın Prof.Dr. Tahsin KARADOĞAN'a ve diğer tüm Tarla Bitkileri Bölümü çalışanlarına teşekkür ederim. Tez projesini mali yönden destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma Fonu Başkanlığı'na da ayrıca teşekkür ederim.

Her zaman maddi ve manevi destekleri ile yanımda olan ve başarılarımda büyük pay sahibi olan sevgili aileme özellikle teşekkür ederim.

SİMGELER DİZİNİ

GA ₃	:	Gibberellik asit
ms	:	Erkek kısırlık
gms	:	Genetik erkek kısırlık
cms	:	Sitoplazmik erkek kısırlık
ch-ms	:	Kimyasal erkek kısırlık
Rf	:	Restorer faktör
df	:	Bodurluk geni
th	:	İnce tohum kabukluluk geni
GC	:	Gaz Kromatografisi
C16:0	:	Palmitik asit
C18:0	:	Stearik asit
C18:1	:	Oleik asit
C18:2	:	Linoleik asit

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. Aspirde gibberellik asit destekli melez (F ₁) tohum üretim aşamaları	17
Şekil 3.2. Aspir yağının GC ile elde edilmiş yağ asitleri kromatogramı	21
Şekil 3.3. Araştırmada dişi ebeveyn olarak kullanılan 'Dinçer 5-118' çeşidi	22
Şekil 3.4. Araştırmada erkek ebeveyn olarak kullanılan '5-154' çeşidi	22
Şekil 3.5. F ₁ bitkilerinin ('Dinçer 5-118 x 5-154') yetiştirildiği bir deneme parselinden görünüş	22
Şekil 3.6. Gibberellik asit uygulanmış (solda) ve uygulanmamış (sağda) çiçek tomurcuklarında anter gelişimi	23
Şekil 3.7. Gibberellik asit uygulanmış bir çiçek tomurcuğunda polenlerin boyanabilirlik özellikleri	23
Şekil 4.1. Gibberellik asit uygulamalarının anterde polen canlılığı üzerine etkisi	25
Şekil 4.2. Gibberellik asit uygulamalarının polen verimliliği üzerine etkisi	27
Şekil 4.3. Değişik gibberellik asit uygulamalarından F ₁ generasonunda elde edilen ortalama melez bitki oranları	29

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Isparta ilinin deneme yıllarına ilişkin ortalama iklim verileri	13
Çizelge 3.2. Sera koşullarında gibberellik asidin uygulama konsantrasyonları ve tarihleri	16
Çizelge 3.3. Tarla koşullarında gibberellik asidin uygulama konsantrasyonları ve tarihleri	17
Çizelge 4.1. Gibberellik asit uygulamalarının anterde polen canlılığı üzerine etkisi	24
Çizelge 4.2. Gibberellik asit uygulamalarının sera ve tarla koşullarında anterde polen verimliliği üzerine etkisi	25
Çizelge 4.3. Gibberellik asit uygulanmış bitkilerden elde edilen tohumların çıkış oranı.....	27
Çizelge 4.4. Değişik tabla pozisyonlarından elde edilen melez bitki oranı	28
Çizelge 4.5. Değişik tabla pozisyonlarından elde edilen doğal yabancı tozlaşma oranı	29
Çizelge 4.6. Ebeveynler (P_1 ve P_2) ve F_1 döllerinde verim ve verim özelliklerine ilişkin değerler ve heterosis değerleri	30
Çizelge 4.7. Ebeveynler (P_1 ve P_2) ve F_1 döllerinde yağ ve yağ asitleri kompozisyonu ve heterosis değerleri	31

1. GİRİŞ

Compositae (*Asteraceae*) familyasının değerli bir üyesi olan aspir (*Carthamus tinctorius* L.) ($2n = 24$) yaklaşık 3000 yıl önce Orta Doğu'da kültüre alınmaya başlamış eski bir yağ bitkisidir. Son 15 yıldır dünya ekim alanı 1.0-1.2 milyon ha arasında ve dünya üretimi 750-850 bin ton arasında değişmiş ve dünya bitkisel yağ üretimi toplamında % 1'den daha az bir pay almıştır (FAO, 2002). Bugün dünyada Hindistan, ABD, Meksika, Etiyopya ve Arjantin en önemli aspir üreticileridir ve dünya aspir üretiminin yaklaşık % 95'i bu ülkelerde gerçekleştirilmektedir. Bir zamanların önemli aspir üreticisi olan Türkiye'de ise aspirin 2000 yılında 50 ha alanda 50 ton kadar üretimi yapılmıştır. Türkiye'de aspir tarımı Balıkesir, Eskişehir ve Isparta gibi illerde geleneksel olarak yıllardır devam etmektedir.

Aspir tohumları % 90'ı doymamış yağ asitlerinden (oleik ve linoleik asit) oluşan % 25-45 arasında yağ içermektedir (Weiss, 1971). Ortalama % 78 linoleik asit (omega-6) içeren aspir yağı özellikle damar sertliği (atherosclerosis) tedavisinde ve yüksek kan kolesterolünün düşürülmesinde kullanılabilir diyet bitkisel yağlardan birisidir. Margarin, mayonez ve salata yağı üretimi yanında, çabuk kuruma özelliği nedeniyle buruşmaya ve yüksek neme dayanıklı kalitede boya üretiminde de aranan bir maddedir (Weiss, 1983). Son yıllarda yüksek oleik asit içeren tipleri de geliştirilerek yağın stabilitesi artırılmış, ve endüstriyel kullanım alanı daha da genişlemiştir (Weiss, 2000). Aspirin çiçeklerinden elde edilen *cartharmin*, doğal boya ham maddesi olarak büyük önem taşımaktadır (Nagaraj vd., 2001). Ayrıca bitkinin kendisi, yeşil çit ve kuru çiçek olarak kullanılmak üzere aranan değerli bir süs bitkisidir. Küşpesi ise değerli bir hayvan yemidir.

Aspirin diğer yağ bitkilerine göre düşük yağış alan kurak bölgelere adaptasyon yeteneğinin daha yüksek olması, bu bitkinin yakın bir gelecekte öneminin artacağı ve tarımının gelişeceği umudunu vermektedir. Özellikle kurağa ve nispeten de soğuğa olan yüksek toleransı nedeniyle Türkiye'nin kurak tarım alanlarında değerlendirilebilecek alternatif ürünlerden birisidir (Baydar ve Turgut, 1992). Aspirin ayrıca toprak tuzluluğuna toleransı oldukça yüksektir. Arpadan daha az ancak buğdaydan daha fazla tuza tolerans göstermektedir (Francois ve Bernstein,

1964; Kaya vd., 2003). FAO-UNESCO raporlarına göre Türkiye'de ekilebilir tarım alanları arasında 2-2.5 milyon ha alanda tuzluluk sorunu yaşanmaktadır. İşte, bu tip sorunlu tarım alanları üzerinde tarımsal faaliyette bulunulmasına izin verebilecek birkaç önemli kültür bitkisinden birisi de aspirdir. Özellikle aspirin dikenli çeşitleri dikensiz çeşitlere göre hem kurağa hem de tuza daha fazla tolerans göstermektedir (Weiss, 1983; Kaya vd., 2003).

Dünyada aspir tarımının gelişmesini engelleyen en önemli faktörlerden birisi düşük tohum verimidir (ortalama 100 kg/da). Düşük tohum verimi nedeniyle aynı koşullarda yetişen diğer bir çok kültür bitkisiyle kolay rekabet edememektedir. Bu nedenle, aspride yüksek tohum verimine ulaşmada geleneksel ıslah yöntemleri yanında özellikle hibrid (heterosis) ıslahı üzerinde durulması gerekmektedir (Rubis, 1969; Urie ve Zimmer, 1969; Hill, 1989). Çünkü, aspride verim ve kalite özellikleri yönünden yüksek heterosis değerleri elde edilebilmektedir (Manjane ve Jambhale, 1995; Goud vd., 1997).

Hibrid ıslahı F_1 'de ortaya çıkan ve yüksek oranlarda verim artışına neden olan heterosisten en etkin şekilde yararlanmayı hedefler. Ancak heterosisin neden olacağı verim artışı ile sağlanan gelir, hibrid geliştirmek için sarf edilecek giderleri rahatlıkla karşılayabilir nitelikte olmalıdır. Bir başka anlatımla, hibrid tohumluk üretimi pratik ve sürdürülebilir olmaktan başka, ekonomik olması da çok önemlidir. Çünkü bir çok bitki türünde yüksek heterosis elde edilmekle birlikte, ebeveynlerin klasik yöntemlerle eşleştirilmeye çalışılması - yani dişi çiçekleri elle kastre etmek ve sonra kastre edilen çiçeklerin stigmasını erkek çiçek polenleriyle bulaştırmak - bol ve ucuz hibrid tohum üretimini ekonomik anlamda mümkün kılmamaktadır.

Genetik erkek kısırlığa (*gms*) ve sitoplazmik erkek kısırlığa (*cms*) yol açan genler sayesinde erkek kısır bitkiler elde edilebilmekte, bu bitkilerden yararlanılarak emaskülasyon gibi zahmetli ve masraflı bir işleme gerek kalmadan ekonomik anlamda hibrid tohum üretimi başarılabilmektedir (Wit, 1960). Bir bakıma erkek kısır bitkilere sahip olmak, heterosisten etkin olarak yararlanmayı da mümkün hale getirmektedir. Nihayetinde bugün özellikle ayçiçeği, mısır, sorgum, şekerpancarı ve

domates gibi daha pek çok kültür bitkisinde erkek kısırlıktan yararlanılarak geliştirilen hibrid çeşitler üretimde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ancak, *ms* genlerinin her kültür bitkisinde bulunmaması, korunması, kendilenmiş hatlara aktarılması, *cms* sisteminde F_1 'lere fertilité kazandıracak restorer hatlara (*rf*) ihtiyaç duyulması ve *gms* sisteminde fertil:kısır bitki açılımlarının ortaya çıkması ve son olarak özellikle doğal yabancı tozlaşma oranı düşük olan bitkilerde ekstradan elle tozlaştırmaya gereksinim duyulması gibi bir takım güçlükler hibrid üretimini sınırlamaktadır (Kaul, 1988).

Aspir, erselik çiçek yapısı ile çoğunlukla kendine tozlaşan bir bitkidir (Rubis, 1966). Bu nedenle, dişi bitkinin emaskülasyonu ve bunu takip eden elle tozlaştırma işlemi hibrid tohumluk üretim maliyetini yükseltmekte, sonuçta F_1 'de yüksek oranda ortaya çıkan heterosisten ekonomik olarak faydalanılamamaktadır. Aspirde hem genetik kısırlık (*ms*), hem de yapısal erkek kısırlık genleri (*df* ve *th*) keşfedilmiş ise de (Classen, 1948; Ebert ve Knowles, 1966; Heaton ve Knowles, 1982; Deshmukh, 1989; Carapetian, 1994; Weisker, 1996), bunlardan günümüze kadar hibrid tohumluk üretiminde yeterince faydalanılamamıştır. Yapısal kısırlık geninin (*th*) ince tohum kabukluluğu ve zayıf saplılık gibi önemli özellikler ile pleiotropik etki göstermesi ve değişen çevre koşullarında stabil olmaması, genetik kısırlık (*ms*) ve bodurluk (*df*) genlerinin 1:1 oranında steril:fertil açılımı göstermesi ve geri melezlemelerle kendilenmiş hatlara aktarılmasındaki güçlükler yeni alternatif arayışları zorlamaktadır.

Son yıllarda kültür bitkilerinde ekonomik ve pratik olarak hibrid tohum üretimini gerçekleştirmek amacıyla üzerinde en çok durulan alternatif arayışlardan birisi de kimyasal yolla uyarılan (sentetik) polen kısırlığından hibrid üretiminde faydalanmaktır.

Bu konu üzerindeki çalışmalar her ne kadar son yıllarda çok yoğunluk kazanmış olmakla birlikte, ilk araştırmalara 1950'li yılların sonlarında başlanmıştır. Bitkilerde bugüne kadar steriliteye neden olan pek çok kimyasal madde tespit edilmiş, özellikle bunlardan en yaygın olanları Dalapon, Ethrel, Meleic Hydazide, Mendok, RH-531,

RH-532, RH-2956, DPX-3778, SADH, GA₃, 2,4-D ve 6-BAP olarak bildirilmiştir (Kaul, 1988).

Bitkilerde sentetik polen kısırlığına yol açan bu kimyasallara erkek-gametositleri (male gametocides) veya kimyasal melezleme ajanları (chemical hybridizing agents) adı verilmekte, bunların neden olduğu kısırlığa ise kimyasal erkek kısırlık (chemical male sterility, *ch-ms*) denilmektedir.

Aspirde çiçeklenmenin fitohormonal uyarılması ile ilgili yapılan bir seri araştırma sonucunda, mikrosporogenesis aşamasından hemen önce, örneğin çapı 0.5 cm'den küçük çiçek tomurcuklarına püskürtülen gibberellik asit (GA₃) ile anterde polen üretiminin ve polen canlılığının yüksek oranlarda azaldığı ve kimyasal olarak polen kısırlığına yol açıldığı saptanmıştır (Baydar ve Yüce, 1996; Baydar ve Ülgen, 1998; Baydar, 2000; Baydar, 2001).

Öyleyse, aspirde gibberellik asit destekli hibrid tohum üretimi başarılabilir mi? Eğer GA₃ aspirde kastrasyona gerek bırakmayacak şekilde sentetik polen kısırlığına neden oluyorsa niçin olmasın. Ancak, polen kısırlığı tek başına melez (hibrid) tohum üretiminde yeterli değildir. Aynı zamanda polen kısır dışı bitkilerin yeterli miktarlarda melez tohum üretebilmesi için erkek bitkilerden yeterli polen bularak tozlaşması da gerekmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi, elle tozlaştırma işlemi fazla emek ve işgücü gerektirdiğinden ve ekonomik anlamda üretime yetecek miktarda melez tohum üretimine izin vermediğinden yaygın olarak uygulanabilir bir yöntem değildir. O halde çare ayçiçeğinde olduğu gibi bal arıları gibi doğal vektörlerden yararlanmaktır. Her ne kadar aspir ayçiçeği gibi yüksek oranlarda yabancı tozlaşan bir bitki değil ise de, polen kısırlık durumunda bal arıları ve rüzgar gibi doğal tozlayıcıların yardımıyla yüksek oranlarda yabancı tozlaşabilmektedir.

İşte, bu tez çalışmasında aspirde gibberellik asidin neden olduğu kimyasal erkek kısırlığından yararlanılarak pratik ve ekonomik bir hibrid tohum üretim metodunun geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK BİLGİSİ

Hibrid tohum teknolojisinde kendine uyumsuzluk ve kendine kısırılık gibi genetik mekanizmalardan yararlanılarak hibrid tohum üretmek temel hedefler arasındadır. Örneğin, ayçiçeği tarımında 20 yy'ın son çeyreğinde yaşanan büyük sıçramanın temelinde önce sitoplazmik erkek kısırılık geninin (*cms*) ve sonra restorer genin (*rf*) bulunması sayesinde geliştirilen hibrid çeşitler yatmaktadır (Fick ve Miller, 1997).

Hibrid üretiminin temelini F_1 'de ortaya çıkan yüksek oranlardaki heterosis oluşturmaktadır. Hibrid tohumluk üretimi pratik ve sürdürülebilir olmaktan başka ekonomik olması da çok önemlidir. Çünkü bir çok bitki türünde yüksek heterosis elde edilmekle birlikte, ebeveynlerin klasik yöntemlerle eşleştirilmeye çalışılması (yani dişi çiçekleri elle kastre etmek ve sonra kastre edilen çiçeklerin stigmasını erkek çiçek polenleriyle bulaştırmak) bol ve ucuz hibrid tohum üretimini ekonomik anlamda mümkün kılmamaktadır (Baydar, 2001). Özellikle erselik çiçek yapısına sahip olan bitki türlerinde, polen (erkek) kısırılık mekanizmaları harekete geçirilerek belirtilen güçlüklerin üstesinden gelinmeye çalışılmaktadır.

Erkek kısır bitkiler gerçekte bir melezleme programı için çok değerli birer dişi bitkidirler. Onlara sahip olmak özellikle emaskülasyon gibi zahmetli ve masraflı bir işlemi devre dışı bırakmak anlamına gelmekte, bu sayede ekonomik olarak hibrid tohum üretimi mümkün olabilmektedir (Wit, 1960). Erkek kısır bitkilerin elde edilmesinde en çok genetik erkek kısırılık (*gms*) ve sitoplazmik erkek kısırılık (*cms*) genlerinden yararlanılmaya çalışılmaktadır. Ancak, *ms* genleri bütün kültür bitkilerinde bulunmamakta, bulunsa dahi bu genlerin sürekli muhafaza altında tutulması gerekmektedir. Ayrıca, *ms* geninin kendilenmiş hatlara aktarılması için uzun yıllar alan geri melezlemelerin yapılması gerekmektedir. Bunun dışında, *cms* sisteminde F_1 'lere fertilitate kazandıracak restorer genleri (*rf*) taşıyan hatlara sahip olma zorunluluğu ve *gms* sisteminde 1:1 açılımı nedeniyle kısır bitkilerin erken saptaması ve seçilmesi de ayrı güçlüklerdir. Bütün bu sistemler etkin olarak kullanılsa bile, özellikle doğal yabancı tozlaşma oranı çok düşük olan bitkilerde, erkek bitkilerden kısır dişi bitkilere polen transferini gerçekleştirmek için elle

tozlaştırma gibi zahmetli bir ek uğraş hibrid üretimini olanaksız kılabilmiştir (Kaul, 1988).

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) kuraklığa ve tuzluluğa olan yüksek toleransı nedeniyle özellikle kuru tarım alanlarında değerlendirilebilecek alternatif ürünlerden birisidir (Baydar ve Turgut, 1992). Ancak, tohum veriminin diğer yağ bitkilerine göre nispeten düşük olması dünyada ve Türkiye'de tarımının istenen seviyede gelişmesini engellemektedir. Bu nedenle, aspirde tohum verimini artırmaya dönük ıslah çalışmaları arasında hibrid ıslahının ayrı bir önemi bulunmaktadır.

Aspirde tohum verimini belirleyen en önemli üç seleksiyon kriteri; bitkide tabla sayısı, tablada tohum sayısı ve 1000 tohum ağırlığıdır. Aspir ıslahı çalışmalarında bitkide tabla sayısı ve tablada tohum sayısı kriter alınarak yapılacak seleksiyonlar ile yüksek verimli hatları yakalama şansı artmaktadır (Weiss, 1971; 1983).

Makinalı üretime uygun olması açısından ideal aspir tipinin 60-80 cm boylanması, 130-150 günde olgunlaşması, 6-8 dal geliştirmesi 12-14 tabla bulundurması, her bir tablada 100 tohum ağırlığı 5 g olan 30-40 tohum bulundurması, kabuk oranının düşük olması, minimum yağ içeriğinin % 50 olması ve protein içeriğinin yüksek olması arzulanmaktadır (Weiss, 2000).

Aspirde yüksek tohum veriminin amaçlandığı ıslah çalışmalarında geleneksel ıslah yöntemleri yerine özellikle heterosis ıslahı üzerinde durulması gerektiği, çünkü aspirde tohum verimi için % 177'e kadar ve yağ içeriği için % 80'e kadar yüksek heterosis değerlerinin elde edilebildiği bildirilmektedir (Goud vd., 1997).

Manjare ve Jambhale (1995) tarafından yapılmış bir çalışmada; 4 dişi ve 8 erkek ebeveynden üretilen toplam 32 aspir hibridinde 7 ayrı verim özelliği için heterosis değerleri saptanmıştır. Bu çalışmada en yüksek heterosis değerleri bitki başına tohum verimi ile tabla başına tohum sayısında bulunmuştur. Bitki başına tohum verimi için 32 hibridten 22'sinde pozitif heterosis değerleri elde edilmiş, bazı melezlerden % 92.3 heterobeltiyosis değeri alınmıştır.

F₁'de heterosisin neden olduğu verim artışıları ileri generasyonlara doğru kendileme depresyonu nedeniyle hızla azalmaktadır. Aspirde kendileme depresyonu sonucu verim ve kalite özelliklerinde meydana gelen düşüşlerin saptanması amacıyla Anjani (1987) tarafından F₁ ve F₂ performansları karşılaştırılmıştır. Sonuçta tohum verimi için % 23-26, yağ verimi için % 23-32 ve bitki başına tabla sayısı için % 16-34 oranında kendileme depresyonu bulunmuştur.

Çoğunlukla kendine döllen bir bitki olan aspirin kültüre alındığı tarlalarda spontan olarak bir kaç steril bitki ortaya çıkabilmektedir (Claassen, 1948; 1950). Diğer bir çok kültür bitkisinde olduğu gibi aspirde de polen kısırlığına neden olan yapısal erkek kısırlık geni bulunmuş (*th*), anterde hücre duvarı kalınlaşmasına yol açarak yapısal kısırlığa neden olan bu mutant genin ayrıca tohum kabuğu inceliği ve zayıf sap yapısı gibi önemli özelliklere pleiotropik (bir genin birden fazla özelliği kontrol etmesi) etkili olduğu saptanmıştır (Ebert ve Knowles, 1966).

Afganistan orijinli 'PI 253914' genotipinin tohumlarına kolçisin uygulanarak elde edilen diploid C₂ döllerinde, *msms* homozigot resesif genleri taşıyan genetik erkek kısır (*gms*) genotipler ('UC-148' ve 'UC-149') geliştirilmiştir. Genetik kısırlığın tek bir *ms* resesif geni tarafından kontrol edildiği saptanmıştır. Dişi fertilite azalması nedeniyle erkek kısır bitkilerin daha az sayıda ancak her biri daha iri olan tohumlar oluşturduğu, böylece erkek kısır ve fertil bitkilerin toplam tohum verimleri arasında önemli bir farklılık olmadığı gözlenmiştir (Heaton ve Knowles, 1982).

Son yıllarda keşfedilen bir genin (*df*) pleiotropik olarak hem bodurluğa (*dwarfism*) hem de polen kısırlığına neden olduğu bulunmuş, bu genin hibrid aspir üretimi için önemli olabileceği bildirilmiştir (Weisker, 1996). Bodurluk özelliği ile birlikte ortaya çıkan polen steril bitkiler (*df/df*) normal boylu fertil bitkilerden (*DF/DF* veya *DF/df*) rahatlıkla ayırt edilebilmektedir. Bodurluk özelliğinden yararlanılarak erkek kısır bitkiler çiçeklenmeden önce dahi kolaylıkla teşhis edilebilmektedir. Ancak, bu tekniğin en olumsuz yönü aynen genetik erkek kısırlık mekanizmasında da olduğu gibi 1:1 oranında ortaya çıkan steril:fertil bitkiler arasında fertil olanların tarladan uzaklaştırma güçlüğüdür.

Aspirde elde edilen yüksek heterosis değerlerinden faydalanabilmek için özellikle sitoplazmik erkek kısırlık (*cms*) genlerinden yararlanılması gerekmektedir. Ancak, bu güne kadar aspirde yaygın olarak genetik erkek kısırlık (*gms*) genlerinden faydalanılmaya çalışılmaktadır (Ramachandram ve Sujatha, 1991; Goud vd., 1997).

Carapetian ve Knowles (1993), aspirde kısırlık genleri ile yağ kalite genleri arasındaki genetik ilişkiyi bulmak amacıyla yüksek linoleik asit genlerine (*OIOI*) sahip 'US10' genotipi ile yüksek oleik asit genlerine (*olol*) sahip '57-147' genotipini melezlemiştir. Kendilenmiş F₁ bitkilerinden yarım tohum tekniği ile üretilen F₂ bitkileri arasında erkek kısır bitkiler elde edilmiş ve F₂ oranlarındaki farklılıkların *ol* ve *sl* genleri arasındaki genetik bağlantılardan kaynaklanabileceği bildirilmiştir.

Carapetian (1994), steril bitkilerin doğal tozlaşma ortamında tohum oluşturmadıklarını ve bu yüzden küçük ve az gelişmiş tohum ürettiklerini gözlemiştir. Steril bitkilerde anthesis öncesi çiçek uzamasının % 17-40 kadar engellendiği ve bu nedenle tohum üzerinde daha az sayıda çiçek bulunduğunu belirlemiştir. Polen canlılığının ifadesi olan polen boyanabilirliği 'US10' polenlerinde % 96.1, '57-147' polenlerinde % 87.5, F₁ polenlerinde % 91.3 ve fertil F₂ polenlerinde % 90.5 oranlarında, steril F₂ polenlerinde ise sadece % 1.4 oranında bulunmuştur. Steril F₂ bitkilerinde, çok az oranda boyanan ve bu nedenle canlı gibi görülen polen tanelerinin gerçekte fonksiyonel olmadıkları bildirilmiştir.

Vrijendra ve Singh (1997), aspirde erkek kısırlık ve bodurluk özellikleri arasındaki genetik bağlantıyı araştırmışlar, erkek kısırlık (*ms*) ve bodurluk (*df*) genleri arasında bazı melezlerde tam ve bazı melezlerde tama yakın bir bağlantının olduğunu tespit etmişlerdir.

Melezleme çalışmaları sırasında açılan populasyonlar arasında erkek kısır aspir bitkilerine rastlanabilmektedir. Örneğin Singh (1996), F₂ generasyonunda bir çok erkek kısır aspir bitkisine rastlandığını, fenotipik olarak erkek kısır ve erkek fertil bitkilerin benzerlik gösterdiğini, ancak erkek kısır bitkilerin fonksiyonel olmayan polen taşıdıklarını rapor etmiştir.

Mutasyon çalışmaları sırasında da erkek kısır mutantlar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, Jambhale ve Nerkar (1985) tarafından gamma ışını (10 kR) uygulamasıyla elde mutant M_2 döller arasında polen üretmeyen steril aspir bitkileri bulunmuştur. M_2 'de elde edilen erkek kısır bitkilerin M_3 ve M_4 generasyonlarında ortaya çıkan steril:fertil açılımlarından faydalanılarak sterilitenin tek bir resesif gen tarafından kontrol edildiği teyit edilmiştir. Steril bitkiler kendi anterlerinde polen üretmediklerinden, ancak doğal ve sentetik tozlaşmalar sonucunda fertil hale gelerek tohum üretmeye başlamaktadır. Eğer tozlayıcı kendisinden genotipik olarak farklı ise, ürettiği tohumlar tamamen hibrid özelliği taşımaktadır (Joshi vd., 1983).

Her ne kadar bu güne kadar aspride, yukarıda da örnekleri verildiği gibi, ister spontan olarak isterse sentetik olarak pek çok genetik kısır bitkiler elde edilmiş ise de, pratikte bunlardan çok sınırlı ölçülerde faydalanılabilmektedir. Çünkü genetik kısırlık genlerinin bulunması, korunması ve aktarılması oldukça zahmetli bir uğraştır. Son yıllarda, erkek kısırlığına yol açan genlerin çalıştırılmasındaki ve sürdürülmesindeki güçlükler göz önüne alınarak, sentetik olarak erkek kısırlığının uyarılması gibi alternatif uygulamalar dikkatleri çekmektedir (Kaul, 1988).

Aspir bitkisinde çiçeklenme fizyolojisi ve çiçeklenmenin hormonal düzenlemesi üzerine Baydar ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmalarda, aspride gibberellik asidin (GA_3) steriliteye, bir başka deyişle polen kısırlığına neden olduğu bulunmuştur. Bu araştırmalardan elde edilen önemli bulgular kronolojik sıralamaya göre aşağıda sunulmuştur.

Baydar ve Yüce (1996), aspir bitkisinde çiçeklenme intervalini (seyrini) modifiye etmek amacıyla farklı uygulamalarda bulunmuşlar, bu uygulamalardan birinde GA_3 etkisini araştırmışlardır. Bitkilere değişik dönemlerde ve değişik konsantrasyonlarda dıştan GA_3 uygulamaları yaptıklarında genel olarak rozet büyüme döneminin kısaldığını, sapa kalkmanın teşvik edildiğini, boğum aralarının uzadığını, çiçeklenmenin uyarıldığını ve tablada gelişmenin gerilediğini gözlemişlerdir. Araştırmacıların dikkatini bu gözlemlerden özellikle son ikisi çekmiş, çiçeklenmede erken uyarının GA_3 'in direkt etkisinden ziyade, bu hormonun sap uzamasını teşvik

ederek, vejetatif dönemi kısaltıp generatif döneme geçişi hızlandırmasıyla ilgili olabileceğini düşünmüşlerdir. GA₃ uygulanmış bitkilerin tabla gelişiminin belirli bir süreden sonra durmasını veya azalmasını ise az sayıda tohum oluşumundan (kontrole göre % 50 daha az) kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Baydar ve Ülger (1998), asperde GA₃ uygulanan tomurcukların niçin daha az tohum ürettiğini anlamak için çiçeklenme öncesinde, sırasında ve sonrasında bitki içindeki hormon seviyelerindeki değişimleri incelemişlerdir. Sapa kalkma döneminde hızla artış gösteren GA₃ seviyesi tomurcuklanma dönemine doğru hızla azalmaya başlıyor, hatta çiçeklenme sırasında en düşük seviyelerine iniyordu. Oysa içsel GA₃ seviyelerinde düşüşler yaşanırken, içsel absisik asit (ABA) seviyeleri hızla artıyordu. Aspir tomurcukları çiçeklenmeye düşük GA₃ ve yüksek ABA seviyelerinde geçmesi önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiştir.

Baydar (2000), aspirin 3 farklı çeşidine ('Dinçer 5-118', 'Yenice 5-38' ve '5-154') GA₃'in 4 farklı konsantrasyonunu (50, 100, 200 ve 300 ppm) üç farklı dönemde (rozet, sapa kalkma ve tomurcuklanma) uygulamıştır. Tomurcuklanma döneminde yapılan GA₃ uygulamaları sonucunda anterlerde tamamen ya da kısmen polen üretiminin engellendiğini, tamamı polen kısır olan çiçeklerde yabancı tozlaşma olmadığı müddetçe tohum oluşmadığını bildirmiştir. Tomurcuklanma döneminde (ekimden 70 gün sonra) 50-300 ppm GA₃ uygulaması ile izole edilmiş koşullarda % 90'ın ve açıkta tozlaşma koşullarında % 80'in üzerinde erkek kısırılık oranları elde edilmiştir. GA₃'in kısırılık etkisinin en fazla tomurcuklanma döneminde yapılan uygulamalarda ortaya çıkması, GA₃'in anterlerde mikrosporogenesis oluşumunu veya gelişimini engellemesi ile açıklanmıştır.

Baydar (2001), GA₃'in belirli bir konsantrasyon artışına kadar tomurcuklarda polen canlılığını ve polen verimliliğini önemli oranlarda azalttığını, polen kısırılık oranlarının 'Dinçer 5-118' çeşidinde % 86.9'a, 'Yenice 5-38' çeşidinde % 85.4'e ve '5-154' çeşidinde % 88.4'e kadar çıktığını belirlemiştir. Henüz mikrosporogenesis aşamasında olan tomurcuklara (ki bu tomurcukların çapı ortalama 0.5 cm'dir) uygulanan GA₃ ile en fazla polen kısırılık uyartısı elde edilebileceğini,

mikrosporogenesisin ileri aşamalarının yaşandığı tomurcuklara (çapı 2 cm'ye yaklaşan) uygulanacak GA₃'in etkisiz kalacağını bildirmiştir.

Yapılan literatür incelemelerine göre, gibberellik asidin aspir bitkisinde polen kısırlığı etkisi üzerinde ilk araştırma Yermanos ve Knowles (1960) tarafından yapılmıştır. Bu araştırmacılar GA₃ tarafından polen kısırlığının uyarıldığı, bu etkinin dışında GA₃ uygulanmış bitkilerde dişi fertilitesinde azalma, boğum aralarında uzama ve yapraklarda klorosis gibi bazı yan etkilerin görüldüğünü bildirmişlerdir.

Gibberellik asidin aspir dışında bazı kültür bitkilerde de polen kısırlık uyarısına yol açtığı bilinmektedir. Hatta, ilk defa Nelson ve Rossman (1958) tarafından kendilenmiş mısır bitkilerinin (*Zea mays*) kısırlaştırılmasında gibberellik asitten faydalanılmaya çalışılmıştır. Ancak, gibberellik asidin erkek kısırlığını uyarıcı etkisi asıl ayçiçeğinde (*Helianthus annuus*) pratik olarak yer bulmuştur (Schuster, 1961; Piquemal, 1970; Seetharim ve Kumari, 1975; Vear, 1981; Peiretti vd., 1987; Destro vd., 1993).

Seetharam ve Kumari (1975), ayçiçeği bitkileri üzerine çiçek tomurcuğu oluşumundan sonraki 3. günde 100 ppm GA₃ püskürterek, dişi fertilitesi üzerine herhangi bir olumsuz etki olmaksızın, % 60 oranında polen kısırlığı elde etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, ekimden sonraki 30-40. günler arasında bitki başına 0.50-0.75 ml düşecek şekilde 100 ppm GA₃ uygulamasını tavsiye etmektedirler.

Peiretti vd. (1987), ayçiçeğine 125 ppm GA₃ uygulaması yaparak ve mor hipokotil renkliliğini markır (işaret) olarak kullanarak % 75.9 oranında hibrid tohum oranı elde ettiklerini rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, GA₃ uygulamalarının tohumun canlılığı ve çıkış gücü üzerinde önemli derecede olumsuz bir etkisinin bulunmadığını, ayrıca kendilenmiş hatların heterozigot populasyonlara göre GA₃'e daha duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Destro vd. (1993)'nin yaptığı araştırma sonuçlarına göre ayçiçeğinde en yüksek polen kısırlığı çapı 0.5-2.0 cm olan çiçek tomurcuklarına yapılan GA₃ uygulamalarından elde edilmektedir.

Ayçiçeğinden sonra ekonomik anlamda gibberellik asidin polen kısırlığını uyarıcı etkisinden en fazla çeltik (*Oryza sativa*) bitkisinde yararlanılmaktadır (Aswathanarayana ve Mahadevappa, 1992; Duan ve Ma, 1992). Ayrıca, soğan (*Allium cepa*) (Meer ve Bennekom, 1973; Bhardwaj, 1991), güvercin bezelyesi (*Cajanus cajan*) (Ravikesavan vd., 1988) ve buğday (*Triticum vulgare*) (Colombo ve Favret, 1996) gibi bitkilerinde de GA₃'in polen kısırlığı etkileri üzerinde çalışılmıştır.

Meer ve Bennekom (1973), soğanda uygulanan GA₃'in % 2'lik konsantrasyonun yüksek oranlarda polen kısırlığına yol açtığını, GA₃'in bu etkisinden faydalanılarak emaskülasyona gerek kalmayabileceğini ve böylece soğanda türler arası ve çeşitler arası melezlemelerin daha kolay başarılabilceğini açıklamışlardır.

Aswathanarayana ve Mahadevappa (1992), çeltik bitkisine 200-3000 ppm arasında GA₃, 500-8000 ppm Ethrel [ethephon], 0.1-1.6 % 2,4-D ve % 0.5-0.8 maleic hidrazide uygulaması yapmışlar, en yüksek polen kısırlık oranlarının 800 ppm GA₃ (% 60.5), 8000 ppm Ethrel (% 68.6), % 0.8 2,4-D (% 61.9) and % 0.2 maleic hidrazide (% 86.0) uygulamalarından elde ettiklerini rapor etmişlerdir.

Ravikesavan vd. (1998), güvercin bezelyesi bitkisine çiçek tomurcuklarına GA₃'in 100, 200 ve 300 ppm konsantrasyonlarını uygulamışlar, sonuçta 100 ve 200 ppm GA₃ uygulamalarının sırasıyla % 25.8 and % 62.2 oranında polen kısırlığına neden olduğunu saptamışlardır.

Gibberellin grubu hormonlar bitkilerde hücre bölünmesi ve genişlemesi yoluyla sap uzaması, dormansi kırılması, vernalizasyon ihtiyacının giderilmesi, çiçeklenmenin teşviki, meyve tutumunun artırılması ve tahıl tanelerinde α -amilaz sentezi gibi pek çok fizyolojik olayı yönlendirmektedir (Salisbury ve Ross, 1985). Böylece, gibberellik asidin sayılan bu etki şekilleri arasına polen kısırlığı uyarıtısı da eklenebilir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Deneme yerinin iklim ve toprak özellikleri

Bu araştırma, Isparta ili (37°45' K ve 30°33' D, 997 m) Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yürütülmüştür. Isparta ili Göller Bölgesi'nde Akdeniz iklimi ile Karasal iklimin kesişme noktasında Batı Geçit Kuşağı'nda yer almakta, kışları nispeten serin ve yağışlı, yazları sıcak ve kurak bir iklim yaşanmaktadır. Meteorolojik verilere göre Isparta'nın iklim yapısı soğuk ve yarı kara iklim özelliğindedir. İlin Akdeniz'e yakın olan güney bölgesinde Akdeniz ikliminin özelliği gözlenir. Kuzeydoğuya gidildikçe karasal iklim özellikleri kendini gösterir. Özellikle Eğirdir, Beyşehir ve Kovada gibi bir çok gölün etkisiyle değişik mikro-klima bölgelerine sahiptir. Topoğrafik yapısının çeşitliliği nedeniyle hem ova hem de yayla özellikleri taşımaktadır.

Isparta ilinin tarla deneme yıllarına ait (2001 ve 2002) bazı önemli iklim parametreleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Isparta ilinin deneme yıllarına ilişkin ortalama iklim verileri

Aylar	Ortalama sıcaklık (°C)		Ortalama yağış (mm)		Ortalama nem (%)	
	2001	2002	2001	2002	2001	2002
Ocak	4.1	0.4	62.4	22.3	74.4	70.3
Şubat	4.1	6.1	30.6	10.3	69.6	63.7
Mart	11.0	8.4	21.0	50.9	64.8	64.2
Nisan	11.3	10.2	57.8	134.6	64.5	71.6
Mayıs	15.6	15.9	68.3	45.7	59.6	63.2
Haziran	22.0	21.1	3.3	1.0	49.7	55.6
Temmuz	25.9	23.7	5.5	10.6	48.9	55.2
Ağustos	24.9	22.5	2.8	9.0	53.3	56.3
Eylül	19.8	16.6	10.4	73.7	57.2	71.1
Ekim	13.6	13.1	0.0	5.2	56.6	64.5
Kasım	7.3	8.2	157.1	38.0	74.2	70.1
Aralık	3.7	0.9	217.8	99.2	78.2	78.6

Uzun yıllara ilişkin iklim verilerine göre Isparta ilinin en soğuk ayı Ocak ve en sıcak ayı Temmuz'dur (yıllık ortalama sıcaklığı 12.1 °C'dir). Nisan ayı ortalarına kadar don olayı görülebilmektedir (yıllık ortalama donlu günler sayısı 69.5 gündür). Yağış en çok kış ve bahar aylarında, en az yaz aylarında alınmaktadır (yıllık ortalama yağış

miktarı 581 mm'dir). Aralık ayı en yağışlı, Ağustos ayı ise en kurak aydır (yağışlı günler sayısı ortalama 104 gündür). Bağlı nem oranı kış aylarında yüksek, yaz aylarında ise düşük seviyelerdedir (ortalama bağlı nem % 61'dir). Ortalama günlük güneşlenme müddeti 6.6 saat olup, ilde açık günler sayısı (bulutluluk ortalaması 2/10 dan az olan günler) ortalama 146.4'tür.

Tarla denemelerinin kurulduğu 2001 ve 2002 yıllarına ilişkin iklim verileri incelendiğinde, 2002 yılının 2001 yılına göre genel olarak daha soğuk ve daha kurak geçtiği anlaşılmaktadır. Aspir nispeten soğuğa dayanıklı bir bitki olduğu için tarla denemelerinde ekimler Mart ayı içinde yapılmış ve herhangi bir soğuk zararı olmaksızın büyüme ve gelişmelerini tamamlamışlardır. Yine, aspir soğuğa olduğu kadar kuraklığa da dayanıklı bir bitkidir. Bu nedenle, her iki deneme yılında da sulama yapılmamış, özellikle Nisan ve Mayıs aylarında düşen yağışlar sayesinde Haziran ayından itibaren yaşanan kurak dönemler başarıyla atlatılmıştır.

Deneme tarlası toprağı; tekstür bakımından killi-kalkerli, alkali (pH değeri 7.7), kation değişim kapasitesi % 38 ve toplam tuz içeriğı % 0.03 olan, kireççe zengin (% 30.8), elverişli fosfor bakımından fakir (3.68 kg/da P₂O₅), potasyum bakımından zengin (79.6 kg/da K₂O) ve organik madde bakımından fakir (% 0.9) bir topraktır. Aspir, diğer bir çok tarla bitkisine göre daha az toprak seçiciliğı olan bir bitkidir. Bu yönüyle deneme alanı toprağı her ne kadar ağır yapılı ve organik maddesi düşük de olsa aspir tarımı için elverişli özellikler taşımaktadır.

3.2. Materyal

Süleyman Demirel Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma ve Uygulama Serası, Merkez Laboratuvarı olanakları ile yürütülen bu tez çalışmasında Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen 'Dinçer 5-118' (turuncu çiçekli ve dikensiz) ve '5-154' (sarı çiçekli ve dikenli) çeşitleri materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada, gerçek melezlerin tanınması için dikenlilik özelliğı markır olarak kullanılmıştır. Bu amaçla, dikenlilik genine sahip '5-154' çeşidi erkek ebeveyn (tozlayıcı) olarak ve dikensiz 'Dinçer 5-118' çeşidi ise dişi ebeveyn bitki olarak seçilmiştir. Erkek (polen) kısırlık

uyartısı için gibberellik asit (Merck, $C_{19}H_{22}O_6$), polen canlılık testi için 2,3,5 triphenyl tetrazolium chloride (Sigma, $C_{19}H_{15}N_4Cl$), polen verimlilik testi için hemisitometrik lam kullanılmıştır. Ayrıca, mikroskopik gözlemler için araştırma mikroskobu ve binoküleri (Nikon, SMZ-1B), yağ analizi için soxhlet aygıtı (Büchi Universal Extraction System B-811) ve yağ asitleri analizi için gas kromatografisinden (Perkin Elmer Auto System XL) faydalanılmıştır.

3.3. Metot

Bu araştırma, 2001 ve 2002 yıllarında sera, tarla ve laboratuvar çalışmaları şeklinde birbirlerini tamamlayan denemeler kurularak yürütülmüştür. Sera koşulları kontrollü ve izole edilmiş bir ortamda gibberellik asit (GA_3) uygulamalarının aspir bitkisinin polen canlılığı, verimliliği ve kısırılığı üzerine etkilerini saptamak ve ayrıca uygun bir melezleme ('Dinçer 5-118' x '5-154') bahçesi oluşturmak; tarla koşulları ise tamamen doğal şartlarda GA_3 tarafından sentetik olarak uyarılacak erkek (polen) kısırılık uyarıtısıyla melez (hibrid) tohum üretim olanaklarını araştırmak amacıyla seçilmiştir.

3.3.1. Sera koşullarında gibberellik asit uygulamaları

Tarla Bitkileri Bölümü Araştırma Serası'nda 'Dinçer 5-118' aspir çeşidinin tohumları 2.5 m eninde ve 9 m boyunda hazırlanan parsele 50 cm sıra arası ve 25 cm sıra üzeri mesafe verilerek 16 Şubat 2001 tarihinde ekilmiştir. 16 Mart 2001 tarihinden itibaren sapa kalkmaya başlayan bitkiler 26 Nisan 2001 tarihinden itibaren tomurcuklanmaya ve 4 Haziran 2001 tarihinden itibaren ise çiçeklenmeye başlamışlardır. Deneme parseli üzerindeki toplam 18 sıra, her biri 3 sıra içerecek şekilde 6 gruba bölünmüş ve her bir gruba (konsantrasyon ve uygulama sayısına göre) 6 farklı gibberellik asit (0, 100, 2x100, 3x100, 200 ve 300 ppm) uygulaması yapılmıştır. 100 ppm GA_3 konsantrasyonu bir kez (1x100 ppm), iki kez (2x100 ppm) ve 3 kez (3x100) olmak üzere ayrı ayrı 3 değişik şekilde uygulanmıştır. Çizelge 3.2'de sera koşullarında gibberellik asidin uygulama konsantrasyonları ve tarihleri sunulmuştur.

Çizelge 3.2. Sera koşullarında gibberellik asidin uygulama konsantrasyonları ve tarihleri

Gruplar	Uygulama dozu (ppm)	Uygulama sayısı	Uygulama tarihi (2001)		
			26 Nisan	3 Mayıs	10 Mayıs
1	0	0	-	-	-
2	100	1 (1 x 100)	+	-	-
3	100	2 (2 x 100)	+	+	-
4	100	3 (3 x 100)	+	+	+
5	200	1	+	-	-
6	300	1	+	-	-

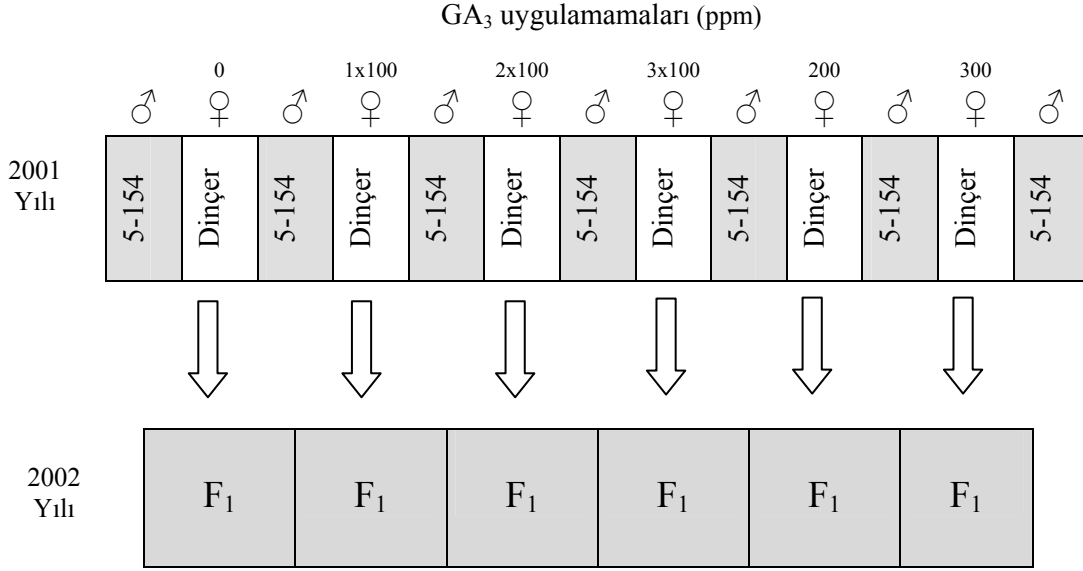
+: Uygulama var -: Uygulama yok

Gibberellik asit (GA₃), her bitkiye 5 ml düşecek kadar mikro uçlu el pülverizatörü yardımıyla püskürtme şeklinde uygulanmıştır. Kontrol (0 ppm) olarak seçilen sıralardaki bitkilere sadece saf su püskürtülmüştür. Gibberellik asit uygulanan tomurcuklarda polen canlılık oranları (%) ve anter başına polen sayıları (adet/anter) tespit edilmiştir.

3.3.2. Tarla koşullarında gibberellik asit uygulamaları

'Dinçer 5-118' ve '5-154' çeşitlerinin tohumları 19 Mart 2001 tarihinde SDÜ Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde oluşturulan deneme tarlasında alternatifli sıralar halinde ekilmiştir. Her biri 5 m uzunluğunda olan sıraların arasında 50 cm aralık verilmiştir. Alternatifli sıralar 1 sıra erkek (5-154) ve 1 sıra dişi bitki (Dinçer 5-118) olacak şekilde düzenlenmiş, her bir Dinçer 5-118 sırasını tozlayıcı olarak 5-154 çeşidi takip etmiştir (Şekil 3.1).

1 Nisan 2001 tarihinde çıkış yapan bitkiler, 15 Mayıs 2001 tarihinde sapa kalkmaya ve 25 Haziran 2001 tarihinde çiçeklenmeye başlamıştır. Erkek ve dişi ebeveyn bitkiler hemen hemen aynı periyot içerisinde çiçeklenmelerini sürdürmüşler, böylece erkek ve dişi çiçekler arasında tozlaşma zamanı bakımından bir uyumsuzluk olmamıştır. Erkek ve dişi ebeveyn sıraları arasındaki tozlaşmalar, tamamen doğal vektörler (bal arıları ve rüzgar) tarafından gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.1. Aspirde gibberellik asit destekli melez (F₁) tohum üretim aşamaları

'Dinçer 5-118' çeşidinin bulunduğu dişi ebeveyn sıralarına tomurcuk oluşumunun başladığı 10 Haziran 2001 tarihinde (çıkıştan 75 gün sonra) 100, 200 ve 300 ppm'lik GA₃ uygulamaları, 17 Haziran 2001 tarihinde 2x100 ppm GA₃ uygulaması (çıkıştan 82 gün sonra) ve 21 Haziran 2001 tarihinde (çıkıştan 89 gün sonra) 3x100 ppm GA₃ uygulaması yapılmıştır. GA₃, aynen sera koşullarında olduğu gibi her bitkiye 5 ml düşecek miktarlarda mikro uçlu el pülverizatörü yardımıyla uygulanmış, kontrol (0 ppm) sıralarına ise sadece saf su püskürtülmüştür. '5-154' çeşidinden oluşturulmuş erkek ebeveyn sıralarına hiç bir uygulama yapılmamıştır. Çizelge 3.3'de tarla koşullarında gibberellik asidin uygulama miktarları ve tarihleri sunulmuştur.

Çizelge 3.3. Tarla koşullarında gibberellik asidin uygulama konsantrasyonları ve tarihleri

Gruplar	Uygulama dozu (ppm)	Uygulama sayısı	Uygulama tarihi (2001)		
			10 Haziran	17 Haziran	21 Haziran
1	0	0	-	-	-
2	100	1 (1 x 100)	+	-	-
3	100	2 (2 x 100)	+	+	-
4	100	3 (3 x 100)	+	+	+
5	200	1	+	-	-
6	300	1	+	-	-

+: Uygulama var -: Uygulama yok

3.3.3. F₁ generasyonunda melez bitki oranlarının belirlenmesi

2001 yılında tarla koşullarında 0, 100, 2x100, 3x100, 200 ve 300 ppm GA₃ uygulanmış dişi ebeveyn ('Dinçer 5-118') bitkilerden elde edilen tohumlar 6 Mart 2002 tarihinde tesadüf blokları deneme planında üç tekerrürlü olarak 50 x 25 cm sıklıkta ekilmiştir. Ekimden 21 gün sonra (27 Mart 2002) her bir sırada çıkış yapan bitkiler sayılmış ve ekilen tohum sayısına oranlanarak % çıkış oranı belirlenmiştir. 15 Mayıs 2002 tarihinden itibaren sapa kalkma, 1 Temmuz 2002 tarihinden itibaren çiçeklenme ve 15 Ağustos 2002 tarihinden itibaren olgunlaşma başlamıştır. Hasat olgunluğu ile birlikte, her bir uygulama sonucu meydana gelen döl sıralarındaki tüm bitkiler dikenli veya dikensiz olarak ayrı ayrı sayılmıştır. Aşağıda verilen formül yardımıyla F₁ generasyonunda melez bitki oranları bulunmuştur.

$$\text{Melez bitki oranı (\%)} = \frac{\text{Dikenli Bitki Sayısı}}{\text{Toplam (Dikenli + Dikensiz) Bitki Sayısı}} \times 100$$

Böylece, melez bitki oranının saptanmasında dikenlilik karakteri markır karakter olarak dikkate alınmıştır. Asperde dikenliliğin kalıtımı basit olup, dikenliliği kontrol eden genler dikensizliği kontrol eden genler üzerine dominanttır. Bir başka deyişle asperde dikenlilik özelliği tek bir çift genin kontrolü altında monogenik kalıtım göstermektedir (Weiss, 2000).

3.3.4. Doğal yabancı tozlaşma oranının belirlenmesi

2001 yılında alternatifli olarak yan yana yetiştirilen 'Dinçer 5-118' (dikensiz) ve '5-154' (dikenli) çeşitleri doğal koşullar altında tozlaşmaya bırakılmıştır. Dişi olarak seçilen 'Dinçer 5-118' çeşidinin ana sap, birincil dal ve ikincil dal tablaları ayrı ayrı hasat edilmiş ve tohumları 6 Mart 2002 tarihinde ayrı ayrı parsellere ekilmiştir. Böylece, her bir parselde dikenli tablalı bitki sayısı toplam bitki sayısına oranlanarak farklı tabla pozisyonları için doğal yabancı tozlaşma oranı (%) saptanmıştır.

3.3.5. Verim ve kalite özelliklerine ilişkin heterosis değerlerinin belirlenmesi

'Dinçer 5-118' ve '5-154' çeşitleri ve onların GA₃ uygulaması ile elde edilmiş F₁'leri ('Dinçer 5-118' x '5-154') 6 Mart 2002 tarihinde tesadüf blokları deneme deseninde üç tekerrürlü olarak 50 x 25 cm sıklıkla ekilmişlerdir. Çiçeklenmeden önceki bir dönemde, çeşitlere ve F₁'lere ait parsellerden kenar tesiri haricinde 20'şer bitki etiketlenmiştir. Hasat zamanında daha önce etiketlenmiş olan bitkilerde; bitki boyu (cm), tabla sayısı (adet/bitki), tohum sayısı (adet/tabla), 1000 tohum ağırlığı (g) ve tohum verimi (g/bitki) özelliklerinin belirlenmesi için ölçüm ve tartım işlemleri yapılmıştır. Ayrıca tohumda yağ içeriği ve yağda palmitik asit (C16:0), stearik asit (C18:0), oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2) içerikleri de belirlenmiştir.

İncelenen verim ve kalite özelliklerine ilişkin heterosis (%) değerleri aşağıda verilen formülden yararlanılarak hesaplanmıştır (F₁: F₁ ortalaması, EO: Ebeveynler ortalaması).

$$\text{Heterosis (\%)} = [(F_1 - EO) / EO] \times 100$$

3.3.6. Laboratuvar test ve analizleri

Hem sera hem de tarla koşullarında yapılan gibberellik asit uygulamalarında, polen canlılık oranları (%) ve anter başına polen sayıları (adet/anter) tespit edilmiştir. Bu amaçla aşağıda açıklanan polen canlılık ve polen verimlilik testlerinden yararlanılmıştır.

3.3.6.1. Polen canlılık testi

Polen canlılık oranının belirlenmesi için polen canlılık testi uygulanmıştır (Norton, 1966). Bu amaçla; TTC (2,3,5 triphenyl tetrazolium chloride)'nin % 1'lik çözeltisi hazırlanmıştır. Bu çözeltiyi hazırlamak için önce % 10'luk stok çözeltisi hazırlanmış, daha sonra bu stoktan alınan 1 kısım ile % 60'luk sakkaroz çözeltisinden alınan 9 kısım karıştırılmıştır. % 1'lik TTC çözeltisi ile 2 saat muamele edilen polen tozları

mikroskopta (X400) incelenecek, kırmızıya boyananlar canlı, açık pembe ve renksiz olanlar cansız kabul edilmiştir (Şekil 3.7).

3.3.6.2. Polen verimlilik testi

Anter başına polen sayısının belirlenmesi amacıyla Eti (1990) tarafından oldukça etkili ve pratik bir yöntem olarak tanıtılan “Hemasitometrik” yöntem kullanılmıştır. Bu yöntem gereği 10 çiçekten alınan anterlerin (toplam 10 x 5 = 50 adet) polenleri mikroskop altında (X100) hemasitometrik lam üzerinde sayılarak anter başına polen sayısı bulunmuştur.

Polen verimlilik testi ile saptanan anter başına polen sayısı ile polen canlılık testinden elde edilen canlılık oranı değerinden gidilerek anter başına canlı polen sayısı tespit edilmiştir.

Canlı polen sayısı = (Anter başına polen sayısı) x (Polen canlılık oranı)

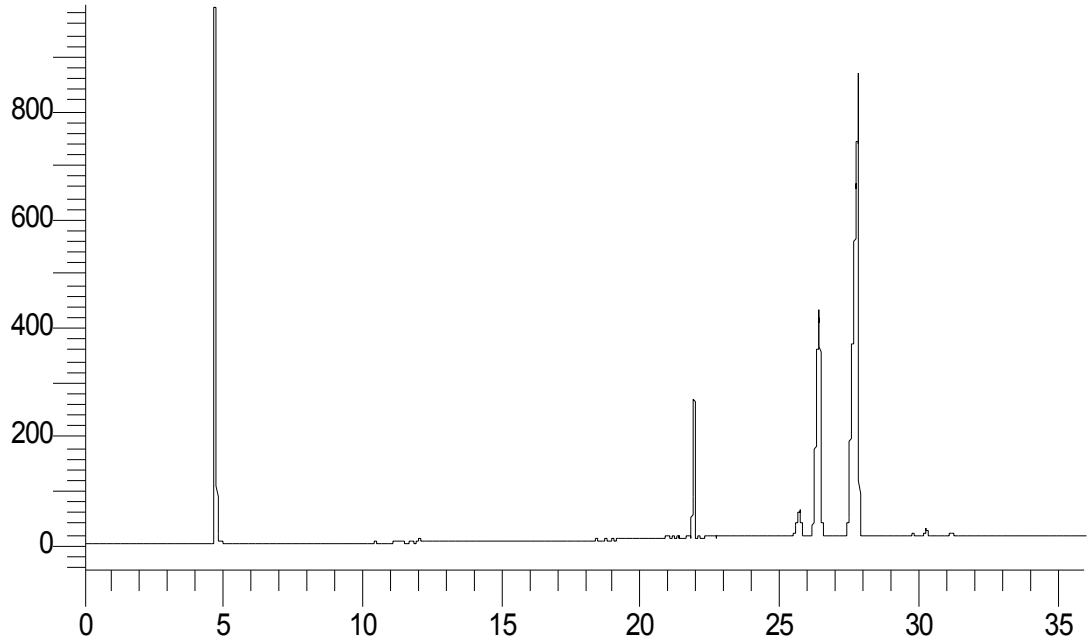
3.3.6.3. Yağ analizi

4 g kurutulmuş öğütülmüş aspir tohumu, sokshlet aygıtında (Büchi Universal Extraction System B-811, Germany) petrol eteri ile 6 saat süreyle ekstrakte edilmiş, böylece % ham yağ içeriği belirlenmiştir.

3.3.6.4. Yağ asitleri analizi

2 g kurutulmuş, öğütülmüş aspir tohumu hekzan/isopropanol (3:2, v/v) karışımında soğuk ekstraksiyona tutulmuş ve rotary evaporatörde solvent karışımı uçurulduktan sonra bir miktar ham yağ (50-100 mg) elde edilmiştir. Elde edilen ham yağ Marquard (1987) tarafından önerilen yöntemle metil esterlerine (FAME) dönüştürülmüştür. Üzerinde Flame Ionizing Detector (FID) ile MN FFAP (50 m x 0.32 mm i.d.; 0.25 µm) kolonu takılı bulunan gaz kromatografisinde (Perkin Elmer Auto System XL, USA) yağ asitlerine ilişkin kromatogramlar elde edilerek (Şekil

3.2), yağı meydana getiren her bir yağ asidinin % oranı tespit edilmiştir. Gaz kromatografisi (GC) çalışma koşulları; fırın sıcaklığı 120 °C/1 dak.// 6 °C/dak.// 240 °C/15 dak., enjektör sıcaklığı 250 °C, detektör sıcaklığı 260 °C, taşıyıcı gaz He (40 ml/dak.), split oranı 1/20 ml/dak. ve enjektör kapasitesi 0.5 µl olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.2. Aspir yağının GC ile elde edilmiş yağ asitleri kromatogramı

Şekil 3.2’de gösterilen GC kromatogramda 1. belirgin pik kloroforma, 2. belirgin pik palmitik aside (C16:0), 3. belirgin pik stearik aside (C18:0), 4. belirgin pik oleik aside (C18:1) ve 5. belirgin pik linoleik aside (C18:2) aittir.

3.3.7. İstatistiksel değerlendirmeler

2001 yılında sera ve tarla denemelerinde polen canlılık ve verimlilik testlerinden elde edilen değerler ortalama \pm standart hata olarak gösterilmiştir. 2002 yılında melez bitki oranlarına, çıkış oranlarına ve heterosis değerlerine ilişkin veriler yardımıyla varyans analizi yapılmış ve özelliklere ilişkin ortalamalar arasındaki önemlilik LSD testi (% 5) ile kontrol edilmiştir (MSTAT-C, Michigan State Univ, USA, 1989).



Şekil 3.3. Araştırmada dişi ebeveyn olarak kullanılan 'Diğer 5-118' çeşidi



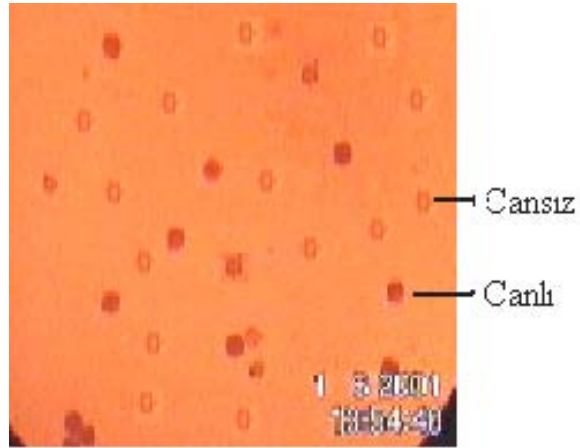
Şekil 3.4. Araştırmada erkek ebeveyn olarak kullanılan '5-154' çeşidi



Şekil 3.5. F₁ bitkilerinin ('Diğer 5-118 x 5-154') yetiştirildiği bir deneme parselinden görünüş



Şekil 3.6. Gibberellik asit uygulanmış (solda) ve uygulanmamış (sağda) çiçek tomurcuklarında anter gelişimi



Şekil 3.7. Gibberellik asit uygulanmış bir çiçek tomurcuğunda polenlerin boyanabilirlik özellikleri

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Gibberellik asidin polen canlılığı ve verimliliği üzerine etkisi

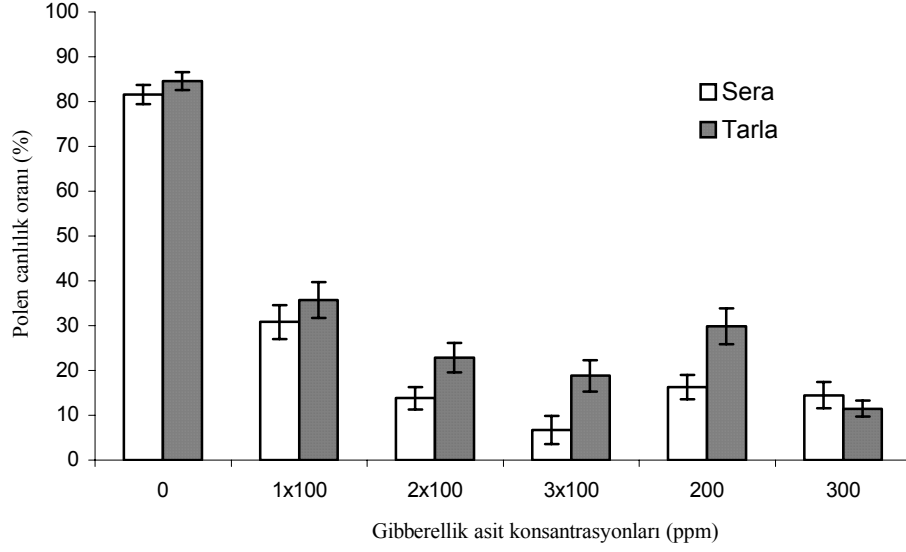
Aspir bitkisinde gibberellik asit uygulanmış çiçek tomurcuklarında polen canlılık oranlarına ilişkin sera ve tarla koşullarında elde edilen değerler Çizelge 4.1’de ve bu değerlerin grafik gösterimi Şekil 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Gibberellik asit uygulamalarının anterde polen canlılığı üzerine etkisi

GA ₃ uygulamaları (ppm)	Polen canlılık oranı (%)	
	Sera koşulları	Tarla koşulları
0 (Kontrol)	81.6 ± 2.1	84.6 ± 2.0
1 x 100	30.8 ± 3.7	35.7 ± 3.9
2 x 100	13.8 ± 2.5	22.9 ± 3.3
3 x 100	6.7 ± 3.1	18.8 ± 3.5
200	16.3 ± 2.7	29.9 ± 4.0
300	14.5 ± 2.9	11.5 ± 1.8

Sera koşullarında; GA₃ uygulanmamış (kontrol) tomurcuklarda polen canlılık oranı % 81.6 ± 2.1 olarak saptanmıştır. Oysa polen canlılık oranları 100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 30.8 ± 3.7, 2x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 13.8 ± 2.5, 3x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 6.7 ± 3.1, 200 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 16.3 ± 2.7 ve 300 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 14.5 ± 2.9 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Tarla koşullarında; GA₃ uygulanmamış (kontrol) tomurcuklarda polen canlılık oranı % 84.6 ± 2.0 olarak saptanmıştır. Oysa polen canlılık oranları 100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 35.7 ± 3.9, 2x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 22.9 ± 3.3, 3x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 18.8 ± 3.5, 200 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 29.9 ± 4.0 ve 300 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda % 11.5 ± 1.8 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Gibberellik asit uygulamalarının anterde polen canlılığı üzerine etkisi

Böylece, sera koşullarında 3x100 ppm GA₃ uygulaması (çıkıştan 70, 77 ve 84 gün sonra 3 defa 100 ppm GA₃) ile polen canlılık oranı % 81.6'dan % 6.7'ye, tarla koşullarında 300 ppm GA₃ uygulaması (çıkıştan 75 gün sonra 1 defa 300 ppm GA₃) ile polen canlılık oranı % 84.6'dan % 11.5'e kadar düşmüştür.

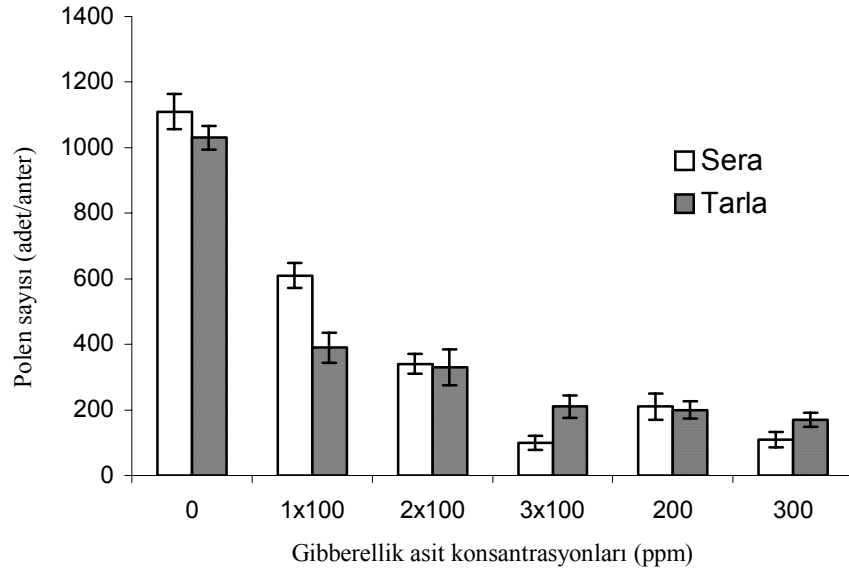
Aspir bitkisinde gibberellik asit uygulanmış çiçek tomurcuklarında polen verimliliğine (anter başına polen sayısı) ilişkin sera ve tarla koşullarında elde edilen değerler Çizelge 4.2'de ve bu değerlerin grafik gösterimi Şekil 4.2'de sunulmuştur.

Sera koşullarında; GA₃ uygulanmamış (kontrol) tomurcuklarda anter başına polen sayısı 1110 ± 54.6 olarak saptanmıştır. Oysa anter başına polen sayısı değerleri 100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 610 ± 37.8, 2x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 340 ± 30.5, 3x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 100 ± 21.0, 200 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 210 ± 40.6 ve 300 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 110 ± 23.3 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Böylece, sera koşullarında 3x100 ppm GA₃ uygulaması (çıkıştan 70, 77 ve 84 gün sonra 3 defa 100 ppm GA₃) ile anter başına polen sayısı 1110'den 100'e kadar düşmüştür.

Çizelge 4.2. Gibberellik asit uygulamalarının anterde polen verimliliği üzerine etkisi

GA ₃ uygulamaları (ppm)	Polen sayısı (adet/anter)	
	Sera koşulları	Tarla koşulları
0	1110± 54.6	1030± 36.6
1 x 100	610 ± 37.8	390 ± 45.8
2 x 100	340 ± 30.5	330 ± 53.8
3 x 100	100 ± 21.0	210 ± 34.8
200	210 ± 40.6	200 ± 25.8
300	110 ± 23.3	170 ± 21.3

Tarla koşullarında; GA₃ uygulanmamış (kontrol) tomurcuklarda anter başına polen sayısı 1030 ± 36.6 olarak saptanmıştır. Oysa anter başına polen sayısı değerleri 100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 390 ± 45.8, 2x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 330 ± 53.8, 3x100 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 210 ± 34.8, 200 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 200 ± 25.8 ve 300 ppm GA₃ uygulanmış tomurcuklarda 170 ± 21.3 olarak belirlenmiştir. Böylece, tarla koşullarında 300 ppm GA₃ uygulaması (çıkıştan 75 gün sonra 1 defa 300 ppm GA₃) ile anter başına polen sayısı 1030'dan 170'e kadar düşmüştür.



Şekil 4.2. Gibberellik asit uygulamalarının polen verimliliği üzerine etkisi

4.2. Gibberellik asidin bitki çıkışı üzerine etkisi

2001 yılında gibberellik asit uygulanmış bitkilerden elde edilen tohumlar 2002 yılında ekilmişler ve ekimden itibaren 21. günde çıkış yapanların oranı Çizelge 4.3'de sunulmuştur.

Çizelge 4.3. Gibberellik asit uygulanmış bitkilerden elde edilen tohumların çıkış oranları

GA ₃ uygulamaları (ppm)	Çıkış oranı (%)
0 (kontrol)	85.3 a
1 x 100	79.9 ab
2 x 100	67.6 bc
3 x 100	56.8 c
200	79.3 ab
300	69.9 abc
LSD (0.05)	16.0
CV (%)	12.1

Gibberellik asit uygulanmamış (kontrol) bitkilerden elde edilen tohumlar ekimden sonraki 21. günde % 85.3 oranında çıkış yaparken, aynı süre zarfında 1x100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumları % 79.9, 2x100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumları % 67.6, 3x100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumları % 56.8, 200 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumları % 79.3 ve 300 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumları % 69.9 oranlarında çıkış yapmışlardır (Çizelge 4.3). Uygulamalardan elde edilen çıkış oranı değerleri arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.5).

Böylece, GA₃ konsantrasyonundaki artışlara paralel olarak çıkış oranları azalış göstermiştir. Her ne kadar GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumları yüksek canlılık oranları vermekle birlikte, daha kısa hipokotil uzunluğuna sahip olan fideler ürettikleri için toprak yüzeyine çıkış süreleri kontrolle göre daha uzun sürmüştür. Ancak, geç çıkış yapmış olmaları çiçeklenme ve olgunlaşma sürelerinde önemli bir gecikmeye neden olmamış, sağlıklı ve verimli melez bitkiler oluşturmuşlardır.

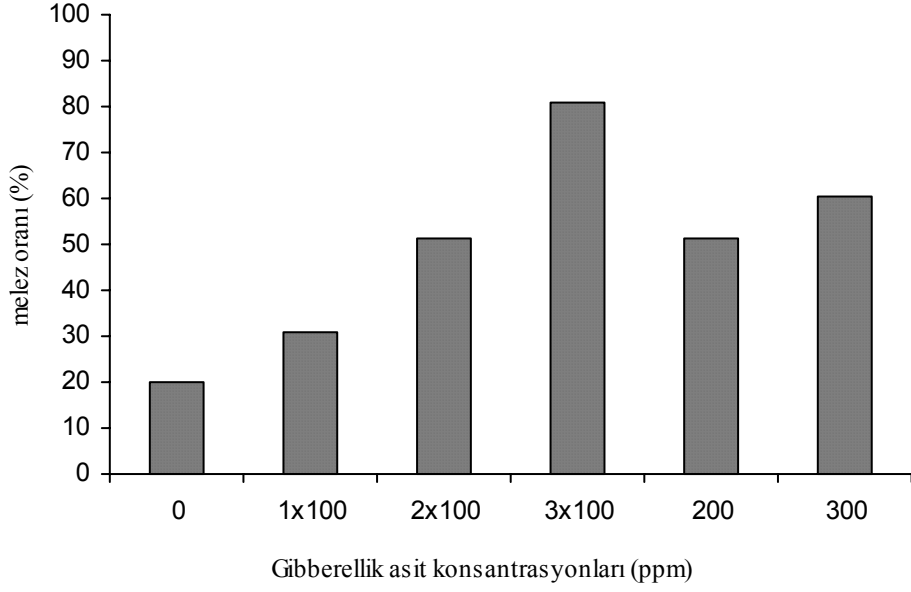
4.3. Gibberellik asit uygulamaları ile elde edilen melez bitki oranı

2001 yılında tarla koşullarında 0, 100, 2x100, 3x100, 200 ve 300 ppm GA₃ uygulanarak erkek kısırılık uyarısına zorlanan dişi ebeveyn (Dinçer 5-118) bitkileri, başta bal arıları olmak üzere tamamen doğal vektörler yardımıyla bitişik sıralardaki erkek ebeveyn (5-154) bitkileri ile tozlaşmaya bırakılmış ve dişi ebeveyn bitkilerinden alınan tohumlar 2002 yılında yetiştirilerek döl parselleri oluşturulmuştur. Böylece farklı GA₃ uygulamalarından gelen F₁ döl parsellerindeki gerçek melez olan dikenli bitkiler tüm bitkilere oranlanarak melez bitki oranı belirlenmiştir. Melez bitki oranlarına ilişkin değerler Çizelge 4.4’de ve bu değerlerin grafik gösterimi Şekil 4.4’de sunulmuştur.

Çizelge 4.4. Değişik gibberellik asit uygulamalarından elde edilen melez bitki oranı

GA ₃ uygulamaları (ppm)	Melez oranı (%)
0 (kontrol)	19.9 c
1 x 100	30.9 c
2 x 100	51.3 b
3 x 100	80.7 a
200	51.4 b
300	60.4 b
LSD (0.05)	20.1
CV (%)	22.5

Çizelge 4.4’den de görüldüğü gibi, değişik GA₃ uygulamalarından F₁ generasyonunda elde edilen melez bitki oranı arasında istatistiksel olarak önemli (P<0.05) farklılıklar tespit edilmiştir. GA₃ konsantrasyon artışları ile birlikte aspirde melez bitki oranları da önemli artışlar göstermiştir (Çizelge 4.4). Melez bitki oranı; 100 ppm GA₃ uygulamasından gelen F₁ dölllerinde % 30.9, 2x100 ppm GA₃ uygulamasından gelen F₁ dölllerinde % 51.3, 3x100 ppm GA₃ uygulamasından gelen F₁ dölllerinde % 80.7, 200 ppm GA₃ uygulamasından gelen F₁ dölllerinde % 51.4 ve 300 ppm GA₃ uygulamasından gelen F₁ dölllerinde % 60.4 olarak belirlenmiştir. Böylece, tarla koşullarında en yüksek melez oranı % 80.7 ile 3x100 ppm (çıkıştan sonraki 75., 82. ve 89. günlerde 3 defa 100 ppm) GA₃ uygulaması ile elde edilmiştir.



Şekil 4.3. Değişik gibberellik asit uygulamalarından F₁ generasyonunda elde edilen ortalama melez bitki oranı

4.4. Doğal yabancı tozlaşma oranı

2001 yılında alternatifli olarak yan yana yetiştirilen 'Dinçer 5-118' (dikensiz) ve '5-154' (dikenli) doğal koşullar altında tozlaşmaya bırakılmış, 'Dinçer 5-118' çeşidinin ana sap, birincil dal ve ikincil dal tablaları ayrı ayrı hasat edilmiş ve tohumları 2002 yılında ayrı ayrı parsellere ekilmiştir. Böylece, her bir parselde dikenli tablalı olan bitki sayısı toplam bitki sayısına oranlanarak farklı tabla pozisyonları için doğal yabancı tozlaşma oranı saptanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Değişik tabla pozisyonlarından elde edilen doğal yabancı tozlaşma oranı

Tabla pozisyonu (tohum kaynağı)	Yabancı tozlaşma oranı (%)
Ana sap tablası	10.0
Birincil dal tablaları	28.4
İkincil dal tablaları	21.3
Ortalama	19.9

Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi, aspir bitkisinde ortalama % 19.9 oranında yabancı tozlaşma oranı saptanmıştır. Ayrıca ana sap, birincil dal ve ikincil dal tablaları doğal yabancı tozlaşma oranları bakımından birbirlerinden oldukça farklı bulunmuştur. Ana sap tablalarında % 10.0, birincil dal tablalarında % 28.4 ve ikincil dal tablalarında ise % 21.3 doğal yabancı tozlaşma oranları elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Buna göre ana sap tablalarında en az ve birincil dal tablalarında en yüksek yabancı tozlaşma oranı meydana gelmiştir.

4.5. Verim ve kalite özelliklerine ait heterosis değerleri

Hibrid tohumluk üretiminde sadece F₁'de yüksek oranlarda gerçek melez bitki elde etmek değil, aynı zamanda elde edilen melezlerin ebeveynlerine göre daha yüksek performans (heterosis - melez azmanlığı) göstermesi amaçlanmaktadır. Çizelge 4.6'da 'Dinçer 5-118' ve '5-154' aspir çeşitleri ve onların F₁ döllerine ilişkin bitki boyu, bitki başına tabla sayısı, tabla başına tohum sayısı, bitki başına tohum verimi ve 1000 tane ağırlığı bakımından heterosis değerleri sunulmuştur.

Çizelge 4.6. Ebeveynler (P₁ ve P₂) ve F₁ döllerinde verim ve verim özelliklerine ilişkin değerler ve heterosis değerleri

	Bitki boyu (cm)	Tabla sayısı (adet/bitki)	Tohum sayısı (adet/tabla)	1000 tohum ağırlığı (g)	Tohum Verimi (g/bitki)
P ₁ (Dinçer 5-118)	72.5 b	6.06	25.33	37.5 ab	3.67 b
P ₂ (5-154)	71.0 b	7.65	29.51	34.4 b	5.56 a
F ₁ (Dinçer x 5-154)	79.1 a	7.93	30.91	40.9 a	5.79 a
Heterosis (%)	10.3	15.8	12.7	13.8	25.6
LSD (% 5)	3.87	Ns	ns	5.17	1.86

Bitki başına tabla sayısı ve tabla başına tohum sayısı dışında kalan tüm özelliklere ilişkin ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). Heterosis değerleri incelenen bütün verim ve verim özellikleri için pozitif bulunmuştur. Bitki boyu için % 10.3, bitki başına tabla sayısı için % 15.8, tabla başına tohum sayısı için % 12.7, 1000 tane ağırlığı için % 13.8 ve bitki başına tohum verimi için % 25.6 oranında heterosis değerleri elde edilmiştir (Çizelge 4.6).

Son yıllarda yağ bitkilerinde sadece verimi değil, kaliteyi de hedef alan ıslah çalışmaları büyük önem kazanmıştır. Bilhassa, diğer bir çok yağ bitkisine kıyasla tohumlarında daha düşük oranlarda yağ bulunan aspirin bir taraftan yağ içeriğinin yükseltilmesine, diğer taraftan da standart yağ asitleri kompozisyonun modifiye edilmesine çalışılmaktadır. Çizelge 4.7'de 'Dinçer 5-118' ve '5-154' aspir çeşitleri ve onların F₁ döllerine ilişkin yağ, palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit oranları verilmiş, ayrıca bu kalite özellikleri için saptanan heterosis değerleri sunulmuştur.

Çizelge 4.7. Ebeveynler (P₁ ve P₂) ve F₁ döllerinde yağ ve yağ asitleri kompozisyonu ve heterosis değerleri

	Yağ içeriği (%)	Yağ asitleri kompozisyonu (%)			
		Palmitik	Stearik	Oleik	Linoleik
P ₁ (Dinçer 5-118)	24.3 b	7.0 a	2.8	12.3 c	77.2 a
P ₂ (5-154)	28.8 a	6.4 b	2.7	35.6 a	54.8 c
F ₁ (Dinçer x 5-154)	24.4 b	7.0 a	2.9	20.3 b	69.4 b
Heterosis (%)	-8.3	3.7	4.7	-15.5	5.2
LSD (% 5)	0.10	0.10	ns	0.53	0.50

'Dinçer 5-118' çeşidinin yağ içeriği % 24.3 ve '5-154' çeşidinin yağ içeriği % 28.8 olarak tespit edilmiştir. F₁ döllerinin yağ içeriği ise % 24.4 olarak saptanmış, bu değer daha çok dişi ebeveynin yağ içeriğine yakın bulunmuştur. 'Dinçer 5-118' çeşidinin yağ asitleri kompozisyonu palmitik asit % 7.0, stearik asit % 2.8, oleik asit % 12.3 ve linoleik asit % 77.2 olarak, '5-154' çeşidinin yağ asitleri kompozisyonu ise palmitik asit % 6.4, stearik asit % 2.7, oleik asit % 35.6 ve linoleik asit % 54.8 olarak belirlenmiştir. 'Dinçer 5-118' çeşidinin yağı yüksek linoleik asit (% 77.2) ve düşük oleik asit (% 12.3), '5-154' çeşidinin yağı nispeten düşük linoleik asit (% 54.8) ve nispeten yüksek oleik asit (% 35.6) içermektedir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi stearik asit dışında tüm yağ kalite özelliklerine ilişkin ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (P<0.05). İncelenen kalite özellikleri arasında yağ içeriği ve oleik asit için negatif değerli, palmitik, stearik ve linoleik asit için pozitif değerli heterosis oranları vermişlerdir. Kalite özellikleri arasında en yüksek heterosis değerini % 5.2 ile linoleik asitten alınmıştır. (Çizelge 4.7).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

5.1. Gibberellik asidin polen canlılığı ve verimliliği üzerine etkisi

Hem sera hem de tarla koşullarında, çiçeklenme öncesinde tomurcuklara dıştan GA₃ uygulaması yapıldığında konsantrasyon miktarına ve uygulama sayısına bağlı olarak anterlerde polen üretimi ve polen canlılığı önemli oranlarda azalış göstermiştir. Sera koşullarında 3x100 ppm GA₃ uygulaması, tarla koşullarında ise 300 ppm GA₃ uygulaması polen canlılığını ve verimliliğini en fazla azaltan uygulamalar olarak dikkati çekmiştir (Çizelge 4.1; 4.2).

GA₃ uygulaması yapılmayan tomurcuklarda polen canlılık oranları sera ve tarla koşullarında sırasıyla % 81.6 ve % 84.6 olarak saptanırken, GA₃ uygulanmış çiçek tomurcuklarında polen canlılığı sera koşullarında 3x100 ppm uygulaması ile % 6.7'ye ve tarla koşullarında 300 ppm uygulaması ile % 11.5'e kadar düşmüştür (Çizelge 4.1). GA₃ uygulanmış tomurcukların anterleri polen yokluğu ve yetersizliği nedeniyle binoküler altında normal fertil olanlara göre daha açık sarı renkte görülmüşlerdir (Şekil 3.6). Fertil anterlerden elde edilen polenler koyu kırmızıya boyanırken, GA₃ uygulanmış tomurcukların anterlerinden elde edilen polenler açık renkte boyanmışlardır (Şekil 3.7). Böylece, GA₃ uygulamasının neden olduğu sentetik kısırlığın neredeyse genlerin neden olduğu genetik kısırlık kadar etkili olabileceği anlaşılmıştır. Nitekim, Carapetian (1994) tarafından yapılan bir araştırmada fertil aspir bitkilerinin polenlerinde % 90.5 ve genetik kısır aspir bitkilerinin polenlerinde % 1.4 boyanabilirlik oranı tespit edilmiştir.

GA₃ uygulanmış tomurcuklar sterilite nedeniyle hiç veya çok az tohum üretmişler, bu nedenle normal fertil olanlara göre daha küçük tabla oluşturmuşlardır. Ancak, yabancı polenlerle tozlaşma şansı bulduklarında, normal fertil tomurcuklar gibi tohum meydana getirmişlerdir. Çünkü, GA₃ çiçeğin dışı organı üzerinde steriliteye neden olacak bir olumsuz etki göstermemiştir. Benzer şekilde ayçiçeğinde yapılan uygulamalarda da GA₃'in dışı fertilitesi üzerine olumsuz bir etkisi olmadığı bildirilmiştir (Seetharam ve Kumari,1975).

Sonuç olarak, GA₃ uygulaması çiçek tomurcuklarında polen üretimini ve polen canlılığını azaltarak veya ortadan kaldırarak erkek kısırlığına neden olmaktadır. Yermanos ve Knowles (1960) benzer şekilde aspirde GA₃ uygulamalarının erkek kısırlığına yol açtığını rapor etmişlerdir. Aynı araştırmacılar, GA₃ uygulanmış bitkilerde dişi fertilitesinde azalma, boğum aralarında uzama ve yapraklarda klorosis gibi bazı yan etkilerin ortaya çıktığını bildirmişlerdir. Oysa bu araştırmada, boğum aralarında uzama ve çiçeklenmenin birkaç gün öne çekilmesi dışında diğer yan etkiler gözlenmemiştir. Baydar (2000) aspir bitkisinde GA₃'in boğum arasındaki hücrelerde enine değil boyuna uzamayı teşvik ettiğini, bu nedenle sap kalınlıkları benzer, fakat boyu daha uzun olan bitkiler meydana geldiğini bildirmiştir.

GA₃'in polen kısırlığını nasıl uyardığını bilmek çok önemlidir. Bu konuda tam bir görüş birliği olmamakla birlikte, öne sürülen fikirlerin temel çıkış noktaları çok benzerdir. Pre-mayotik interfaz aşamasında GA₃'e maruz kalan çiçek tomurcuklarında polen ana hücresini oluşturan dokuların gelişimi engellendiği için mikrosporogenesis olmamakta, böylece polen kısırlık ortaya çıkmaktadır. Polen ana hücresini oluşturan dokular bir miktar polen üretimine izin verse dahi, bu polenlerin ya anter tapetum kalıntılarına takılarak serbest kalamaması ya da tamamen tapetum kalıntıları tarafından sarılı olarak serbest bırakılması nedeniyle canlılıklarını hızla kaybetmektedirler (Kaul, 1988).

Bu araştırmada, GA₃ uygulanmış tomurcuklardan elde edilen az sayıdaki polen mikroskop altında incelendiğinde; büyüklük ve şekil olarak geniş bir varyasyon olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, genetik kısır bitkilerin polenlerinde de şekil ve büyüklük olarak büyük varyasyon olduğu bilinmektedir. Nitekim Carapetian (1994), fertil ve steril aspir tomurcukları arasında polen iriliği bakımından büyük farklılıklar bulunduğunu, fertil bitkilerde ortalama polen çapının 58.1 µm iken, steril bitkilerde ortalama polen çapının 35.8 µm olduğunu bildirmektedir.

Gibberellik asit bu araştırmada olduğu gibi sadece aspirde değil, ayçiçeği (Schuster, 1961; Piquemal, 1970; Seetharim ve Kumari, 1975; Vear, 1981; Peiretti vd., 1987; Destro vd., 1993), çeltik (Aswathanarayana ve Mahadevappa, 1992; Duan ve Ma,

1992), soğan (Meer ve Bennekom, 1973; Bhardwaj, 1991), güvercin bezelyesi (Ravikesavan vd., 1988), buğday (Colombo ve Favret, 1996) ve mısır (Nelson ve Rossman, 1958) gibi bitkilerde de steriliteye neden olduğu rapor edilmiştir.

5.2. Bitki çıkışı üzerine gibberellik asidin etkisi

Aspirde tohumlarının çimlenme ve çıkış oranı üzerine sıcaklığın büyük etkisi bulunmaktadır. Örneğin aspirde çıkış süresi 4-5 °C toprak sıcaklığında 30 günde, 21 °C toprak sıcaklığında ise sadece 7 günde olmaktadır (Beg, 1993). İyi bir çimlenme ve çıkış için ortam sıcaklığının en az 13-18 °C olması istenmektedir (Weiss, 2000). Halbuki bu araştırmada, ekimin yapıldığı 6 Mart 2002 tarihinden itibaren 20 gün süreyle ortalama sıcaklık değerleri 10 °C'nin altında gerçekleşmiş (Çizelge 3.1), bu nedenle çıkış süresi oldukça gecikmiştir.

GA₃ uygulamaları tohumun canlılığı üzerine olumsuz bir etki yapmamıştır. Ancak, GA₃ uygulanmış bitkilerden elde edilen tohumlardan gelişen fidelerin, toprak yüzeyine çıkış süresi kontrol fidelere göre biraz daha uzun sürmüştür. GA₃'in konsantrasyon artışına ve uygulama sayısına paralel olarak fide çıkışı gecikmiştir. GA₃ uygulanmamış bitkilerin tohumları 21.günde % 85.3 oranında çıkış yaparken, 3x100 ppm GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumları aynı süre içerisinde ancak % 56.8 oranında çıkış yapabilmıştır (Çizelge 4.3). Bununla birlikte, yapılan tarla gözlemleri geç çıkışın sağlıklı ve verimli melez bitkiler elde etmede önemli bir engel olmadığını göstermiştir.

Peiretti ve ark. (1987), ayçiçeğinde GA₃ uygulanmış bitkilerden elde edilen tohumlarda canlılığın ve çıkış gücünün değişmediğini bildirirken, Bhardwaj (1991) soğanda, Duan ve Ma (1992) ise çeltikte çimlenme oranının ve gücünün azaldığını açıklamışlardır.

Bilindiği gibi, gibberellik asit pek çok bitki türünde doğrudan tohuma uygulandığında dormansiyi kırarak çimlenmeyi teşvik etmektedir. Hatta gibberellik asit uygulanmış tohumların fide büyümesi de hızlanmaktadır (Salisbury ve Ross,

1985). Ancak, bu araştırmada olduğu gibi GA₃ uygulanmış bitkilerin tohumlarından çok farklı sonuçlar alınmış, tohumların canlılığı engellenmemiş olmakla birlikte tohum çimlenmesi yavaşlamış, imlenen tohumlarda hipkotal uzunluğu azalmıştır. Bunun nedenleri Baydar (2002) tarafından detaylı olarak tartışılmıştır.

Baydar (2002), GA₃ uygulanmış aspir bitkilerinden elde edilen tohumların içsel GA₃/ABA ve Zeatin/IAA oranlarının kontrol bitkilerin tohumlarındakine göre daha düşük olduğunu, düşük GA₃/ABA oranı nedeniyle çimlenme oranının ve düşük Zeatin/IAA oranı nedeni ile hipokotal uzamasının azalabileceğini bildirmiştir. Ayrıca, GA₃ uygulanmış bitki tohumlarının kontrol bitki tohumlarına göre daha yüksek kabuk oranına ve daha düşük yağ içeriğine sahip olduklarını tespit etmiş, bu nedenlerle GA₃ uygulanmış bitki tohumlarının çıkış glerinin daha zayıf olabileceğini açıklamıştır.

5.3. Gibberellik asit uygulamaları ile elde edilen melez bitki oranı

Ekimden sonraki 75., 82. ve 89. günlerde henüz pre-mayotik interfaz döneminde olan (apı 0.5 cm'den kk olan) tomurcuklara 3 defa 100 ppm (3x100 ppm) GA₃ uygulaması yapılarak % 80'in üzerinde melez bitki elde edilebilmiştir (izelge 4.4). Ancak, yüksek oranda melez bitki elde etmek için gibberellik asidin uygulama konsantrasyonunun, sayısının ve zamanının çok önemli olduğu anlaşılmıştır. Örneğin uygulama sayısını bire indirip, konsantrasyonu 300 ppm'e çıkartarak % 64.4 oranında melez bitki elde edilebilmiştir.

Ayçiçeğinde mor hipokotal renklilik markır olarak kullanarak 125 ppm GA₃ uygulaması ile % 75.9 oranında hibird tohum oranı elde edilmiştir (Peiretti vd., 1987). Halbuki ekonomik olarak hibrid tohum üretmek için F₁'de hibrid bitki oranının % 100'e yakın olması istenmektedir. Ancak pratikte bu orana ulaşmak çoğunlukla mümkün olamamaktadır. Örneğin *cms* destekli ayçiçeği hibrid tohum üretiminde bile F₁'de hibrid bitki oranı çoğunlukla % 90'ın altında kalmaktadır (Fick, 1978).

Eğer GA₃'in uygulama zamanı ve konsantrasyonu genotipik etkileşimler de göz önüne alınarak iyi modifiye edilebilirse, melez bitki oranı % 90'lar seviyesine çıkartmak mümkündür. F₁ bitkilerinin yetiştirildiği tarlada morfolojik markır taşıyanların bırakılıp (örneğin dikenli olanların), diğerlerinin (örneğin dikensiz olanların) ayıklanması ile (mekanik ayıklama) % 100 melez bitkiden kurulu bir üretim yapılabilir.

Diğer bitkilerde en yüksek polen kısırlığının elde edildiği GA₃ konsantrasyonu ayçiçeğinde 100-125 ppm (Seetharam ve Kumari; 1975), soğanda ve güvercin bezelyesinde 200 ppm (Meer ve Bennekom, 1973; Ravikesavan vd., 1998) ve çeltikte 800 ppm (Aswathanarayana ve Mahadevappa, 1992) olarak belirlenmiştir.

5.4. Doğal yabancı tozlaşma oranı

Çizelge 4.3'de sunulan kontrol bitkilere ilişkin % 19.9 melez bitki oranı aynı zamanda aspirde yabancı tozlaşma oranını da vermektedir. Çünkü, bir generasyon önce alternatifli sıralarda yetiştirilen dişi ve erkek bitkiler arasında tamamen doğal koşullarda meydana gelen tozlaşmanın bir sonucu olarak bu oran elde edilmiştir. Her ne kadar aspir kendine tozlaşan bir bitki olarak kabul edilirse de (Claassen, 1950; Rubis, 1966), bu araştırmada saptanan % 19.9 oranı aspirde önemli sayılabilecek oranda yabancı tozlaşmanın olabileceğini göstermektedir. Böylece, çoğu aspir ıslah çalışmasında göz ardı edilen kontrollü (izolasyonlu) melezlemelerin önemi de ortaya çıkmaktadır. Bu özellikle genetik saflığın sürdürülebilmesi bakımından da çok önemlidir.

Doğal yabancı tozlaşma oranları bakımından bitki içinde yerleşme pozisyonlarına bağlı olarak tablalar arasında önemli farklılıklar bulunmuştur. Ana sap tablalarında % 10.0, birincil dal tablalarında % 28.4 ve ikincil dal tablalarında ise % 21.3 doğal yabancı tozlaşma oranları elde edilmiştir (Çizelge 4.5). Farklı pozisyonlardaki tablalar arasında gözlenen yabancı tozlaşma farklılıkları başta aynı bitki üzerinde meydana gelen çiçeklenme döngüsü ile ilgilidir. Çünkü bir aspir bitkisinde ilk önce

ana sap tomurcuğu, sonra birincil dal tomurcukları ve en son ikincil dal tomurcukları çiçeklenmektedir. Böylece aspir bitkisinde yukarıdan aşağıya ve dıştan içe doğru düzenli bir çiçeklenme intervali meydana gelmektedir (Baydar ve Yüce, 1996). İşte, bu interval nedeniyle çiçeklenme birkaç hafta devam etmekte, farklı çeşitler arasındaki tozlaşmalar daha çok çiçeklenme zamanları çakışan çiçek tablaları arasında olmaktadır.

Bu araştırmada kullanılan her iki aspir çeşidinin çiçek açma zamanları her ne kadar uyumlu olsa da, birinin diğerine göre birkaç gün erken veya geç çiçeklenmesi durumunda ana sap tablalarında, birinin diğerine göre birkaç gün erken veya geç çiçeklenmeyi sonlandırması durumunda ikincil dal tablalarında yabancı tozlaşmadan çok kendine tozlaşma teşvik edilmiştir. Oysa, çeşitler arasındaki bu küçük erkencilik veya geççilik farklılıkları birincil dal tablalarının çiçeklenme uyumuna çok az tesir etmiş, çeşitler arasındaki yabancı tozlaşma oranı en fazla birincil dal pozisyonundaki tablolarda ortaya çıkmıştır. Eğer çeşitlerin genetik saflığı korunmak isteniyor ve de izolasyon şartları sağlanamıyorsa, en azından erkenci çeşitlerin ana sap tablalarının ve geççi çeşitlerin ikincil dal tablalarının tohumları tercih edilmelidir. Ancak, doğal yollardan melez bitkiler elde etmek amaçlanıyor ise, bu durumda yabancı tozlaşmanın en fazla olduğu birincil dal tablaları tercih edilmelidir.

5.5. Verim ve kalite özelliklerine ilişkin heterosis değerleri

Bu araştırmada, melezlere ait en yüksek heterosis değeri % 25.6 ile bitki başına tohum veriminden elde edilmiştir (Çizelge 4.6). Benzer şekilde Manjare ve Jambhale (1995) incelemeye aldıkları yedi farklı verim özelliği arasında en yüksek heterosis değerinin bitki başına tohum veriminden elde ettiklerini bildirmişlerdir. Verim özelliklerine göre kalite özelliklerinden daha düşük ve çoğunlukla negatif değerli heterosis değerleri alınmış, en yüksek heterosis değerini % 5.2 ile linoleik asit vermiştir (Çizelge 4.7).

Bu araştırmada; asperde elle kastrasyona ve elle tozlaştırmaya gerek kalmadan pratik ve etkili bir hibrid tohum üretim tekniğinin geliştirmek amaç edinildiğinden, ebeveynler sadece çiçeklenme dönmelerinin uyuşmasına ve kalıtımı monogenik olan en az bir karakter bakımından farklı olmalarına bakılarak seçilmişler, uyuşma yetenekleri dikkate alınmamıştır.

Bu araştırmada kullanılan çeşitler, eğer genel ve özel uyuşma yetenekleri yüksek olan çeşitler arasından seçilmiş olsaydı, muhtemelen tohum verimi için daha yüksek oranlarda bir heterosis değerı elde edilebilirdi. Nihayet, Goud vd. (1997) asperde tohum verimi için % 177'ye ve yağ oranı için % 80'e kadar yüksek heterosis değerlerinin elde edilebildiğini bildirmişlerdir.

Yağ içeriği 'Dinçer 5-118' eşidinde % 24.3, '5-154' çeşidinde % 28.8 ve F₁ döllerinde % 24.4 olarak saptanmıştır (izelge 4.7). F₁ döllerinin yağ içeriğinin dişi ebeveynin yağ içeriğine çok yakın bulunmuş olması, asperde yağ içeriğinin kalıtımında maternal etkilerin de söz konusu olabileceği izlenimini vermektedir. Ancak, resiprokal melezlemeler yapılmadan bu konuda kesin bir sonuç bildirmek doğru değildir.

Yağ asitleri kompozisyonu bakımından 'Dinçer 5-118' ve '5-154' eşitleri önemli farklılıklar göstermektedir. 'Dinçer 5-118' eşidi düşük oleik asit (% 12.3) ve yüksek linoleik asit (% 77.2) içeriği ile, '5-154' çeşidi ise orta seviyelerde oleik asit (% 35.6) ve linoleik asit (% 54.8) içeriği ile dikkati çekmiştir.

Yağ asitleri kompozisyonlarına bakılarak 'Dinçer 5-118' eşidinin *OIOI* ve '5-154' eşidinin *Olol* genotipinde olabileceğini söylemek mümkündür. Nihayet asperde yağ asitlerinin bir gen ifti (*Ol/ol*) tarafından kontrol edildiği, *OIOI* allel gen çiftinin yüksek linoleik asit (% 75-80)/düşük oleik asit (% 10-15) içeriğinden, buna karşılık *olol* allel gen çiftinin düşük linoleik asit (% 12-30)/yüksek oleik asit (% 64-83) içeriğinden sorumlu olduğu saptanmıştır (Knowles ve Hill, 1964).

Aspirde hibrid tohum üretiminde hem genetik hem sitoplazmik hem de yapısal kökenli olan kısırılık genlerinden günümüze kadar etkin olarak faydalanılamamıştır. Bu nedenle, bir taraftan kısırılık genlerinden daha etkin faydalanılma yolları araştırılırken, diğer taraftan da yeni alternatifler harekete geçirilmelidir. İşte, bu yüksek lisans tez çalışmasında geleneksel yöntemlerden farklı olarak dişi bitkilerin kısırlaştırılmasında gibberellik asitten, tozlaştırma işleminde doğal vektörlerden faydalanılarak etkili ve pratik bir hibrid tohum üretim metodu geliştirmek amaçlanmıştır.

Özet olarak, dikenli '5-154' çeşidinin ve dikensiz 'Dinçer 5-118' çeşidinin tohumları 2001 yılında alternatifli sıralarda yetiştirilmiş, dikensiz dişi bitkilerin ('Dinçer 5-118') 0.5 cm'den küçük tomurcuklarına erkek kısırılığı uyarıtısı için GA₃'in değişik konsantrasyonları (1x100, 2x100, 3x100, 200 ve 300 ppm) uygulanmış, polen fertil ve polen steril bitkiler arasındaki tozlaşmalar tamamen bal arıları gibi doğal tozlayıcılar tarafından sağlanmıştır. Ekimden sonra 75., 82. ve 89. günlerde 3 defa püskürtme şeklinde uygulanan 100 ppm GA₃ (3x100 ppm) ile polen canlılığı kontrole göre % 81.6'dan % 6.7'ye düşmüştür. 2002 yılında yetiştirilen F₁ bitkileri arasında dikenli olanların skorlanması ile melez bitki oranı belirlenmiş, en yüksek melez oranı % 80.7 ile 3 defa 100 ppm GA₃ (3x100 ppm GA₃) püskürtülmüş bitkilerden elde edilmiştir. En yüksek heterosis değerleri ise % 25.6 ve % 15.8'lik oranlarla sırasıyla bitki başına tohum verimi ve bitki başına tabla sayısından elde edilmiştir.

Sonuç olarak; geleneksel olarak uygulanan elle kastrasyon ve elle tozlaştırma işlemlerine gerek duyulmadan, etkin bir kimyasal erkek kısırılık (*ch-ms*) uyarıcısı olarak gibberellik asidin hibrid tohum üretiminde geniş bir kullanım potansiyeli olabileceği sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Anjani, K., 1997. Inbreeding Depression in Safflower (*Carthamus tinctorius* L) Hybrids Based on Genetic Male Sterility. J. Oilseeds Res., 14 (1), 96-97.
- Aswathanarayana, S.C. and Mahadevappa, M., 1992. Effects of Gametocides in Hybrid Seed Production of Rice. J. Maharashtra Agri. Univ., 17 (1), 14-16.
- Baydar, H. ve Turgut, İ., 1992. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in Antalya Koşullarında Kışlık Olarak Yetiştirme Olanakları. Akdeniz Ün. Ziraat Fak. Derg., 1-2, 75-92.
- Baydar, H. ve Yüce, S., 1996. Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Çiçeklenme İntervalleri, Tabla Çiçeklenme Tarihi ve Tabla Pozisyon Etkisi ile Fitohormonların Bu Özellikler Üzerine Etkileri. Tr. J. Agri. and Forestry, 20, 259-266.
- Baydar, H. and Ülgen, S., 1998. Relations Between Endogenous Phytohormones Changes and Flowering in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Tr. J. Biology, 22, 421-425.
- Baydar, H., 2000. Gibberellik Asidin Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Erkek Kısırlık, Tohum Verimi ile Yağ ve Yağ Asitleri Sentezi Üzerine Etkisi. Tr. J. Biology, 24, 159-168.
- Baydar, H., 2001. Gibberellik Asit ile Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'de Polen Kısırlığının Uyarılması. Türkiye IV. Tarla Bitkileri Kongresi, 17-21 Eylül 2001, Tekirdağ, s. 61-65.
- Baydar, H., 2002. Effects of Gibberellic Acid Treatment for Pollen Sterility Induction on the Physiological Activity and Endogenous Hormone Levels of the Seed in Safflower. Tr. J. Biology, 26, 235-239.
- Beg, A., 1993. Status and Potential of Some Oilseed Crops in the WANA Region. Aleppo, ICARDA, 38 p.
- Bhardwaj, M.L., 1991. Chemically Induced Male Sterility in Onion (*Allium cepa* L.). New Agriculturist, 1, 139-142.
- Carapetian, J. and Knowles, P.F., 1993. Genetic Linkage Between the Trigenic Male-Female Sterility and Oil Quality Alleles in Safflower. Crop Sci., 33 (2), 239-242.
- Carapetian, J., 1994. Effects of Safflower Sterility Genes on the Inflorescence and Pollen Grains. Australian J. Botany, 42 (3), 325-332.
- Claassen, C. E., 1950. Natural and Controlled Crossing in Safflower. Agron. J., 42, 381-384.

- Classen, C.E., 1948. Flowering Habits and Inheritance of Sterility Genes in Cultivated Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Ph-D Thesis in Nebraska University, Lincoln, USA, Abstr, pp 1-6.
- Colombo, N. and Favret, E.A., 1996. The Effect of Gibberellic Acid on Male Fertility in Bread Wheat. *Euphytica*, 91, 297-303.
- Deshmukh, R. M., 1989. Commercial Scale Exploitation of Hybrid Vigour in Safflower Using Genetic Male Sterility System. Proc. Second International Safflower Conference, Hyderabad, India, pp 163-167.
- Destro, D., Arias, E.R.A., Miglioranza, E. and Toledo, J.F.F., 1993. Development Stages Suitable for the Application of Male Sterility Inducing Phytohormones in Sunflower. *Pestquisa Agro. Brasileira*, 28 (5), 593-596.
- Duan, X.M. and Ma, H.S., 1992. Effects of Gibberellic Acid Application on Seed Yield and Quality of Hybrid Rice. *Seed Sci. and Tech.*, 20 (2), 209-214.
- Ebert, W.W. and Knowles, P.F., 1966. Inheritance of Pericarp Types, Sterility and Dwarfness in Several Safflower Crosses. *Crop Sci.*, 6, 579-582.
- Eti, S., 1990. Çiçek Tozu Miktarını Belirlemede Kullanılan Pratik Bir Yöntem. *Çukurova Ün. Ziraat Fak. Derg.*, 5 (4), 49-58.
- Fick, G.N. and Miller, J.F., 1997. Sunflower Breeding: In Sunflower Technology and Production (Ed: A.A. Schneiter). ASA-CSSA and SSSR Monograph, No:35, Madison, USA, pp 395-440.
- Fick, G.N., 1978. Sunflower Science and Technology, American Soc. and Agronomy, Crop Sci. Soc. of America, Soil Sci. Soc. of America Inc., Publishers Madison, Wisconsin, USA.
- Francois, L.E. and Bernstein, L., 1964. Salt Tolerance of Safflower. *Agron. J.*, 54, 38-40.
- Goud, J.V., Parameswarappa, R., Biradar, B.D., Parameswarappa, K.G. and Kumar, R.L.R., 1997. Safflower Research with Special Reference to Heterosis Breeding - A Review. *Agricultural Reviews Karnal* 18 (1), 49-68.
- Heaton, T.C. and Knowles, P.F., 1982. Inheritance of Male Sterility in Safflower. *Crop Sci.*, 22, 520-522.
- Hill, A.B., 1989. Hybrid Safflower Breeding. In: Proc. Second International Safflower Conference, Hyderabad, India, pp 163-167.
- Jambhale, N.D. and Nerkar, Y.S., 1985. An Induced Dominant Gene Controlling Male Sterility in Safflower. *Zeitschrift Fur Pflanzenzuchtung* 95 (2), 185-188.

- Joshi, B.M., Nerkar, Y.S. and Jambhale, N.D., 1983. Induced Male Sterility in safflower. J. Maharashtra Agri. Univ., 8 (2), 194-196.
- Kaul, M.L.H., 1988. Male Sterility in Higher Plants (Eds: R. Frankel, M. Grossman and P. Maliga). Springer-Verlag Berlin-Heidelberg, Germany.
- Kaya, M.D., İpek, A. ve Özdemir, A., 2003. Effects of Different Soil Salinity Levels on Germination and Seedling Growth of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Tr. J. Agri. and Forestry, 27, 221-227.
- Knowles, P.F. and Hill, A. B., 1964. Inheritance of Fatty Acid Content in the Seed Oil of a Safflower Introduction form Iran. Crop Sci., 4, 406-409.
- Manjare, M.R. and Jambhale, N.D., 1995. Heterosis for Yield and Yield Contributing Characters in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Indian J. Genet. and Plant Breed., 55 (1), 65-68.
- Marquard, R., 1987. Qualitätsanalytik Im Dienste der Ölpflanzenzüchtung. Fat. Sci. Technol., 89, 95-99.
- Meer, Q.P. and Bennekom, J.L., 1973. Gibberellic Acid as a Gametocide for the Common Onion (*Allium cepa* L.). Euphytica, 23, 239-243.
- Nagaraj, G., Devi, G.N. and Srinivas, C.V.S., 2001. Safflower Petals and their Chemical Composition. Proc. V. International Safflower Conference, July 23-27, 2001, USA.
- Nelson, P.M. and Rossman, E.C., 1958. Chemical Induction of Male Sterility in Inbred Maize Use of Gibberellins. Science, 131, 1500-1501.
- Norton, J.D., 1966. Testing of Plum Pollen Viability with Tetrazolium Salts. Am. Soc. Hort. Sci., 89, 132-134.
- Peiretti, D.A., Ceballos, H., Macchiavelli, R.E. and Fernandez, M., 1987. Effects of Inducing Male Sterility by Applying GA₃ on F₁ Seed Production in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Revista de Ciencias Agro., 1987 (5), 25-33.
- Piquemal, G., 1970. How to Produce Hybrid Sunflower Seeds by Inducing Male Sterility with Gibberellic Acid. Proc. IV. Sunflower Conference, Memphis Tennessee, pp 127-135.
- Ramachandram, M. and Sujatha, M., 1991. Development of Genetic Male Sterile Lines in Safflower. Indian J. Genet. and Plant Breed., 51 (2), 268-269.
- Ravikesavan, R., Kalaimagal, T. and R. Rathnaswamy, 1988. Chemically Induced Male Sterility in Pigeonpea (*Cajanus Cajan* (L.) Mill.). Adv. in Plant Sci. 11, 275-278.

- Rubis, D. D., 1966. Effects of Honey Bee Activity and Cages on Attributes of Thin-Hull and Normal Safflower Lines. *Crop Sci.*, 6, 11-14.
- Rubis, D. D., 1969. Development of Hybrid Safflower. Proc. III. Safflower Research Conference, University of California, Davis, USA, pp 27-32.
- Salisbury, F.B. and Ross, C.W. 1985. *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing Company, USA.
- Schuster, W., 1961. Untersuchungen über Künstlich Induzierte Pollensterilität bei Sonnenblumen (*Helianthus annuus* L.). *Z Pflanzenzucht*, 46, 389-404.
- Seetharim, A. and Kumari, P. K., 1975. Induction of Male Sterility by Gibberellic Acid in Sunflower. *Indian J. Genet. Plant Breed*, 35, 136-138.
- Singh, V., 1996. Inheritance of Genetic Male Sterility in Safflower. *Indian J. Genet. and Plant Breed.*, 56 (4), 490-494.
- Urie, A.L. and Zimmer, D.E., 1969. The Performance of Hybrid Safflower in Competitive Yield Trials. Proc. III. Safflower Research Conference, University of California, Davis, USA, pp 54-56.
- Vear, F., 1981. Determination of Sunflower Lines Useable as a Combining Ability Testers According to their Aptitude to be Male Sterilized with Gibberellin. *Sunflower Newsletter*, 5, 5-8.
- Vrijendra, S. and Singh, V., 1997. Identification of Genetic Linkage between Male Sterility and Dwarfness in Safflower. *Indian J. Genet. and Plant Breed.*, 57 (3), 327-332.
- Weisker, A.C., 1996. Hybrid Safflower Production Utilizing Genetic Dwarf Male Sterility. *Biotech. Adv. Abs.*, 14, 455.
- Weiss, E.A., 1971. Safflower. In: *Castor, Sesame and Safflower*, Barnes and Noble Inc., New York, USA, pp 593-613.
- Weiss, E.A. 1983. Safflower: In: *Oilseed Crops, Tropical Agriculture Series*, Longman Inc., Leonard Hill Books, New York, USA.
- Weiss, E.A., 2000. Safflower. In: *Oilseed Crops*, Blackwell Sci. Ltd., Victoria, Australia, pp 93-129.
- Wit, F., 1960. Chemically Induced Male Sterility, A New Tool in Plant Breeding? *Euphytica*, 9 (1), 1-9.
- Yermanos, D.M. and Knowles, P.F., 1960. Effects of Gibberellic Acid Treatment on Safflower. *Agron. J.*, 52, 596-598.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve soyadı: Osman Yener GÖKMEN

Doğum yeri: Senirkent / ISPARTA

Doğum yılı: 1977

Medeni hali: Bekar

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise: 1992-1995 Süleyman Demirel Fen Lisesi / ISPARTA

Lisans: 1995-1999 Marmara Üniveristesi Atatürk Eğitim Fakültesi
Biyoloji Öğretmenliği / İSTANBUL