

BİTKİ İSLAHINDA YAPAY MELEZLEMENİN TEKNİK ESASLARI

Atilla DURSUN

Rafet ASLANTAfi

Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum

e-mail : atilladursun@hotmail.com

Geliş Tarihi / Received : 16.11.2007

Özet: Hibrit genotipler erkencilik, üniform olgunlaşma, yüksek verim, ifleme kalitesinin yüksekliği, hastalık ve zararlılara dayanıklılık, raf ve muhafaza sürelerini uzunluğu gibi bazı avantajlara sahiptirler. Melez bitkide bu avantajları sağlamak için, yapay melezleme tekniklerini kullanmak bitki ıslahında önemli bir uygulamadır. Yapay melezlemede, ıslahın başarılabilmesi için yapay melezlemenin teknik esasları kapsamında bitki eyley organlarının yapısı ve gelişimi ile çiçeklenme için gerekli çevre şartları gibi önemli bilgilere sahip olması gerekmektedir. Yapay melezleme açısından türler arasında çok özel farklar bulunmasına rağmen, bu çalışmamızda genel anlamda bitki ıslahında yapay melezlemede esas alınacak prensipler üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelime: Bitki ıslahı, yapay melezleme, kastrasyon, tozlama

Fundamentals of Artificial Hybridization Techniques in Plant Breeding

Abstract: Hybrid genotypes have some advantages such as uniformity and earlier maturity, higher yield, enhanced processing characteristics, increased disease and insect resistance and extended shelf and storage life. Using artificial hybridization techniques is one of the most important applications for having these advantages in plant breeding. For succession of breeder in artificial hybridization, the breeder should know some important subjects like reproductive structure and development, environmental condition for flowering and techniques for artificial hybridization. Even though there is specific variation among species for artificial hybridization, general techniques for artificial hybridization in plant breeding are evaluated in this study.

Keywords: Plant breeding, artificial hybridization, castration, polination

1. G·R·L

Bitki ›slah›n›n temel esas›, yeni genetik kombinasyonlar oluflturmak ve bu oluflturulan kombinasyonlardan üstün potansiyele ve heterosis (melez azmanl›đ›) özelliğine sahip genotipleri seçmektir (Wesh, 1990). Üstün hibrit genotipler erkencilik, üniform olgunlaflma, yüksek verim, iflleme kalitesinin yüksekliği, hastal›k ve zararlılara dayan›kl›lık, raf ve muhafaza sürelerini uzunluğu gibi avantajlara sahip olabilmektedir (Swiader et al., 1992). Bu avantajlara ulaflmak için, baflar›lı ve etkili yapay melezleme tekniklerini kullanarak, heterosis özelliğe sahip genotipleri elde etmek planlı bitki ›slah› çal›flmalar›nda önemli uygulamalardan biridir. Bu alanda, bitki türleri için değiflilebilen çok özel yapay melezleme metotlar› tespit edilmiş ve kullan›lmaktadır (Bassett, 1986; Fehr, 1987; Kalloo, 1988). Islah›n›n, yapay melezlemede baflar›lı olabilmesi için bitki eflay organlar›n›n yap›s› ve gelişlimi, çiçeklenme için gerekli çevre flartlar›, kastrasyon, tozlanma, dölllenme ve tohum gelişlimi gibi önemli bilgilere ihtiyac› bulunmaktadış (Fehr et al., 1993).

Yapay melezleme aç›s›ndan türler aras›nda çok özel farklar bulunmas›na rağmen, bu çal›flmam›zda genel anlamda bitki ›slah›nda yapay melezlemede esas alınacak prensipler üzerinde durulacaktır.

2. Ç·ÇEK YAPISI, OLULUMU VE YAPAY MELEZLEME

Üreme organ› olan çiçekte difli ve erkek organlar›n›n yeri ve gelişlime zaman› yapay tozlamada büyük öneme sahiptir. Çiçeklerde üreme organlar› ya bisexsüel (erselik=hermefrodit) çiçek (erkek ve difli organ› içeren) ya da unisexsüel çiçek (erkek ve difli organlar› ayr›) yap›s›nda olabilmektedir (Lersten, 1980; Fehr, 1987). Monoecious (tek evcikli) çiçek yap›s›na sahip bitki türlerinde üreme organlar›, farklı çiçeklerde fakat aynı bitki üzerindedir. Dioecious (iki evcikli) türlerde ise difli ve erkek çiçeklerin farklı bitkiler üzerinde bulunmaktadış. Ayrıca, kabakgiller familyas›nda olduğu gibi andromonoecious (erselik çiçek + erkek çiçek) ve gynomonoecious (erselik çiçek + difli çiçek) çiçek yap›s› da bulunabilmektedir (Kalloo, 1988). Genellikle çiçekte bulunan stiller (diflicik borusu) ve stamenler (bafl›k=anter + sap-

ç›k) uzunluk bakım›ndan bisexsüel çiçek tipinde benzerlik göstermesine rağmen baz› bitki türlerinde stamen ve baz›lar›nda ise stiller daha uzundur.

Bisexsüel çiçek yap›s›ndaki bitkilerde tozlanma polenlerin olgunlaflmas›ndan sonra gerçekleşir. Kendi çiçek tozu ile tozlanmay› önlemek için mevcut erkek organlar›n (anter) polenleri dağıltmadan önce bitkiden uzaklaflt›r›lmas› (kastrasyon) gerekmektedir.

Baklagiller familyas›na ait bitki türlerinde olduğu gibi baz› bitki türlerinde bisexsüel çiçek yap›s›na sahip bitkilerde üreme organlar› çiçekte bulunan calyx (çanak) ve corolla (taç) ya da her biri tarafından ayrı ayrı korunabilmektedir. Kastrasyon iflemi s›ras›nda bunlar üreme organlar› üzerinden k›sım veya tamamen yok edilmekte ve daha sonra yapay tozlama gerçekleştirilebilmektedir.

Anterlerin say›s› bitki türüne göre değiflilmekle birlikte çoğu türlerde 3 ile 10 aras›ndadır. Anterler, birbirine sarmal halde veya tamamen ayrı ayrı bulunmaktadış. Anterlerin uzunluklar› 1 mm'den daha kısa veya birkaç mm uzunlukta olabilmektedir (Kalloo, 1988; Fehr et al., 1993).

Ana ve baba bitkilerde çiçeklenmenin efl zamanlı oluflu yapay melezlemede esas alınmas› gereken faktörlerden birisidir. Genelde bitkinin genetik yap›s› ve adaptasyon kabiliyeti, bitkilerin büyümesi ve çiçek oluflumunda önemli bir role sahiptir. Çiçek oluflumu, gelişlimi ve tohum tutumunu etkileyen faktörler ›fl›k, sıcaklık, nem ve toprak verimliliği olarak bilinen ekolojik faktörlerin etkisine göre flekillenmektedir (Major, 1980; Fehr et al., 1993).

li›k: Birçok bitki türünde çiçek oluflumu daha çok karanlık periyoda tabi tutulma durumunda ortaya ç›kabilmektedir. Fakat, genelde çiçeklenmenin gün uzunluğuna bağlı olarak teflekkül ettiği bilinmektedir (Swiader et al., 1992; Fehr et al., 1993). Bitki genotiplerinin ›fl›đı tepkisi kısa, orta(nötr) ve uzun gün olarak gruplandır›lmaktadır. Kısa gün bitkileri gün uzunluğu eflit veya kritik süreden (minimum ›fl›klanma süresi) az ise çiçek oluflturabilmektedir. Uzun gün bitkilerinde ise gün uzunluğunun eflit veya kritik süreden nispeten daha fazla olduğu durumlarda, çiçek oluflumu meydana gelebilmektedir. Nötr gün bitkilerinde çiçeklenmede gün uzunluğunun herhangi

bir etkisinin olmadı bilinmektedir. Çiçek oluflumu şflık yoğunluına bağl olarak artmakta veya azalabilmektedir. İflık yoğunluu ve kalitesinin çiçekte eflay organlar'n oluflumunda önemli role sahip olduğu bilinmektedir (Fehr et al., 1993). Bitkiler bu şflık süresi ve kalitesini güneşli şflnlar'yla veya yapay şflklanmayla sağlayabilmektedir. Bu sağlanmadı takdirde, çiçek oluflumu meydana gelse bile eflay organlar' tam olarak gelişemedi için yapay melezleme zorlanabilir ve baflar'düflebilir.

Sıcaklık: Sıcaklığın bitki türlerine bağl olarak çiçeklenme üzerine bilinen en önemli etkisi verimlilik (soğuklama)'dur (George, 1985; Swiader et al., 1992). Örneğin; çou meyve türleri ve lahanagiller gibi sebze türleri soğuklama süresine ihtiyaç duymaktadır. Meyve ve sebzelerde tozlanma ve döllenmenin gerçekleştirebilmesi için çiçeklenme periyodunda sıcaklık değerleri bitki türlerinin sıcaklık isteği düzeyinde olmalıdır. Doğal sıcaklık değerleri tabii tozlanma için yeterli olsa bile, yapay melezlemeye yeterli olmadı durumlar olabilmektedir. Nitekim, çok düflük ve çok yüksek sıcaklıklar polen oluflumu ve dağılımı engelleyerek, yapay melezlemeyi olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle yapay melezlemenin baflar'lı bir şekilde yapılabilmesi için sıcaklığın bitki türlerinin isteği optimal düzeyde olması gerekmektedir (Swiader et al., 1992; Fehr et al., 1993).

Nem: Yapay melezlemenin baflar'sın etkileyen önemli faktörlerden biri de hava oransal nemidir (George, 1985; Kalloo, 1988; Swiader et al., 1992). Yetersiz nem durumunda difli organın stigmatı ve polen tozları kuruyacağı için melezlemede baflar'lı olmak mümkün değildir. Bu nedenle polen ve stigma için ortamın nemini muhafaza etmek amacıyla gerekli tedbirler alınırken, yüksek nemin polen canlılığını azaltıcı etkisi de göz ardı edilmemelidir. Ayrıca, ortamda nispi nemin yüksek olması da difli çiçeğin korunmasını gerekli kılmaktadır.

Toprak verimliliği: Bitkilerin normal gelişimini sürdürebilmesinde yetiftirilen toprağın verimliliği önemlidir. Bitkide yeterli beslenmenin çiçek oluflumuna, çiçeklenme ve döllenmeye, tohum oluflumu ve toplamda yapay melezlemenin baflar'sına etkisi önemlidir (George, 1985; Fehr et al.,

1993). Örneğin; topraktaki Azot miktarının baklagiller hariç bitkilerin beslenmesinde önemli rol oynadı bilinmektedir. Potasyum, fosfor ve diğer makro ve mikro besin elementlerinin bitki gelişimi için toprakta yeterli düzeyde olması gerekmektedir (George, 1985). Polen canlılığı ve çimlenme oranı üzerine besin elementlerinin etkileri, yapılan birçok araştırmaya ile tespit edilmektedir. Bu kapsamda üre ve borun belirli dozlarının olumlu etkileri pratikte aktarılmış durumdadır.

3. YAPAY MELEZLEMENİN ESASLARI

Yapay melezlemenin temel esasları, melezlemede kullanılacak bitkilerin çiçeklenmesinin aynı zamanda olması ve melezleme tekniği alt bağlıklar altında ifade edilmektedir.

3.1. Çiçeklenmenin aynı zamanda olması

Yapay melezlemenin ilk ve en önemli esası, difli ve erkek organların efl zamanlı gelişmesi ve difli çiçeğin polen tozunu kabul eder durumda olmasıdır (Major, 1980; Kalloo, 1988; Fehr et al., 1993). Özel teknikler kullanılmak suretiyle difli ve erkek bitkilerin çiçeklenmesinin aynı tarihlerde oluflumu ve gelişimini sağlamak gerekmektedir. Özellikle değiflik tarihlerde çiçeklenen bitkilerde bu duruma özen gösterilmesi gerekmektedir. Ebeveyn bitkilerde çoklu ekim tarihi (özellikle tek yıllık bitkilerde), gün uzunluğu, sıcaklık, aflı, budama, çiçek seyreltmesi, bitki sıcaklığı ve bitki büyümesini düzenleyen maddelerin kullanımı gibi pratik uygulamalar yapılarak çiçeklenmenin efl zamanlı oluflumu sağlanabilmektedir.

Çoklu ekim tarihi: Çiçeklenmenin ana ve baba bitkide aynı zamanda olması, yapay melezleme için arzulanan en önemli özelliktir (Fehr et al., 1993). Bunu sağlamak için, ana ve baba bitkiye ait tohumlar, belirli periyotlarla farklı bloklara veya sıralara yapılabileceği gibi, tohum ekiminin farklı tarihlerde bir sıraya yapılması flekinde uygulamalar da söz konusudur.

Tohum ekiminde farklı tarihlerde farklı bloklar kullanmak, toprağın makine ile iflenmesi ve tohum ekimi gibi konularda avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, izolasyon isteyen bitki türlerinde blok ekim bir avantaj durumundadır. Blok ekimin dezavantajı ise bloklar arasındaki mesafe, çiçeklerin kontrolü ve yapay melezlemedeki zorluklarıdır. Çoklu ekim tarihleri kullanılarak sıraya tohum

ekiminin yapılmasında makine kullanılarak toprak ifleme ve tohum ekilebilmektedir. Ayrıca, sıraya ekimde ilk ekilen bitkiler sonraki ekilen bitkilerin gelişmesini engellemektedir. Bu durum, açık tozlanmayla hibrit tohum üretimi için önemlidir. Blok ekim yönteminde belirtilen dezavantajlar sıraya ekim metodu içinde geçerlidir.

Ekim tarihleri arasındaki fark, ana ve baba bitkilerin çiçek olulum zamanı yerin iklim faktörleri (sıcaklık ve ışık flüideti) gibi çevre faktörlerine bağlıdır.

Gün uzunluğu: Gün uzunluğunu değiştirmek suretiyle bitkilerde çiçeklenme zamanı ayarlanabilmektedir (Kalloo, 1988; Fehr et al., 1993). Bitkilerde çiçeklenmenin aynı zamana denk gelmesi gün uzunluğunu etkilemek suretiyle deifik metotlarla sağlanabilmektedir. Gün uzunluğu yapay olarak artırılarak veya kısaltılarak bitkinin özel isteği sağlanabilmektedir. Gün uzunluğunu kısaltmada, ışık geçirmeyen materyaller bitki üst örtüsü olarak kullanılmakta, yapay ışıklandırmayla da gün uzunluğu artırılabilir. Artan rakımın çiçeklenme zamanı üzerine geciktirici etkisi ve tersi durum uygulamalarda dikkate alınabilir (Fehr et al., 1993).

Sıcaklık: Bitki türlerinde çiçeklenmenin aynı zamanda olulumunu etkileyen esas faktörlerden birisi de sıcaklıktır. Ana ve baba bitkinin sıcaklık istekleri esas alınarak ortamın sıcaklık durumu tabii veya yapay olarak ayarlanabilir. Çiçeklenmenin geciktirilmesi durumunda sıcaklık düflürülür, erken döneme almak için ise sıcaklık artırılır. Ortam sıcaklığı çiçeklenme zamanına etki ettiği gibi çiçeklenme periyodu açısından da çok önemlidir (Swiader et al., 1992; Fehr et al., 1993).

Aı: Aflı yaparak bitkilerin gençlik kırsılık periyodunu kısaltmak önemli bir uygulamadır. Nitekim geç çiçek açan bir bitki, erken çiçek açma eğiliminde olan bir bitki üzerine aflılanarak geç çiçeklenen bitkilerin çiçeklenme zamanı daha erken döneme alınabilmektedir. İki evcikli türler içinde bu metot kullanılarak tozlayıcı çelilt ihtiyacı karflılanabilmektedir (Fehr et al., 1993).

Budama: Efl zamanlı çiçek olulumu amacıyla yapılan budama uygulamalarının etkisi farklı olabilmektedir (Fehr et al., 1993). Kesme iflemi, bitkinin vejetatif gelişmesi ve dallanmasına neden olmaktadır. Kesim yapılmayan bitkide çiçek olu-

flumu, kesim yapılana göre daha erken dönemde baflamaktadır. Kesim yapılarak çiçeklenme geciktirilerek, bitkilerde çiçeklenme aynı tarihlerde sağlanabilmektedir. Benzer şekilde budama adına eğme, bükme ve kertikleme gibi iflemlerde çiçeklenmenin yapılmasında uygulanan yöntemlerdir. **Çiçek seyreltmesi:** Bitki türlerinde yaflı çiçeklerin bitkiden uzaklaftırılması, yeni olulacak çiçeklerin gelişmelerini olumlu yönde etkileyerek hem çiçek olulumunu ve hem de çiçeklenme periyodunun uzamasını sağlayacaktır. Bu durum yapay melezlemede ışlaçya büyü avantajları sağlamflı olacaktır (Fehr et al., 1993).

Bitki sıcaklığı: Bitkilerde yan dallar ve sürgünlerdeki çiçeklenme ana bitkiye göre gecikebilmektedir. Bitki sıcaklığı azaltılarak geç çiçeklenen bitkilerde çiçeklenme aynı tarihlere getirilebilmektedir (Fehr et al., 1993).

Bitki büyümesini düzenleyen maddelerin kullanımı: Bitki büyümesini düzenleyen maddelerin çiçek tomurcu olulumu, gelişimi ve eflay organlarının üzerine deifik etkileri söz konusudur (Gülyüz, 1982). Melezlemede kullanılacak bitkilerin çiçeklenmesi büyümeyi düzenleyici maddelerin uygun dozları kullanılarak daha erken döneme alınabilmekte veya geciktirilebilmektedir (George, 1985). Bu uygulama yapay melezlemede ışlaçya uygulama süresini artırma adına avantaj sağlamaktadır.

3.2. Melezleme

Planlı ışlaç metotlarından birisi olan melezleme çalflımlarında ışlaç ana ve baba bitkinin seçimi, kastrasyon, çiçeklerin korunması, tozlama, tozlanan çiçeğin korunması, etiketleme ve tohum hasad gibi teknik esaslara dikkat etmelidir.

Ana ve baba bitkinin seçimi: Melezleme ışlaç çalflımları, bitkinin birinin erkek diğzerinin ise difli olarak kullanılmasıyla mümkündür. Bitkinin hangisinin erkek veya difli olarak kullanılması çok önemli olmamakla birlikte, özellikle kendine döl lenebilen bitkilerde ana bitki seçimine dikkat edilmesi gerekmektedir (Fehr, 1980; Swiader et al., 1992). İyi bir seçim için ana bitki resesif allel (aa) ve baba bitki dominant allel (AA) yapısına sahip olması istenmektedir. Yapay melezlemeden sonra meydana gelecek F1 generasyonu tamamen dominant karakterlerin etkisinde olmalıdır. Aksi durumda bitkide kendileflmenin veya yabancı tozlafl-

man›n varl›đ› söz konusu olabilmektedir (Jensen, 1988; Fehr et al., 1993).

Türler aras› melezlemede ana bitkinin seçimi yapay melezlemenin baflar›s›na etki etmektedir. Melezlemenin zor ve baflar› flans›n›n az olduğu türlerde karfl›l›kl› melezleme (reciprocal) yap›larak baflar› artt›r›labilmektedir (Fehr et al., 1993; Kalloo, 1988).

Erselik çiçeklerde kastrasyon: Erselik çiçek yap›s›na sahip bir bitki ana bitki olarak kullanılacaksa, bu bitkideki erkek organlar›n (canl› polenlerin) bitkiden uzaklaft›r›lmas› gerekmektedir. Erkek organlar›n bitkiden uzaklaft›r›lmas› ifllemine kastrasyon denilmektedir (fiekil 1). Kastrasyon ifleminde, polen tozlar›n›n olgunlafl›p etrafa dağ›lmas›na ve sitigman›n zarar görmemesine dikkat edilerek erkek organlar bitkiden uzaklaft›r›lmal›d›r. Aksi halde stigma zarar görebilmekte ve polenler stigma üzerine konabilmekte ve kendi çiçek tozuyla tozlanma (kendileme) riski ortaya ç›kabilmektedir.

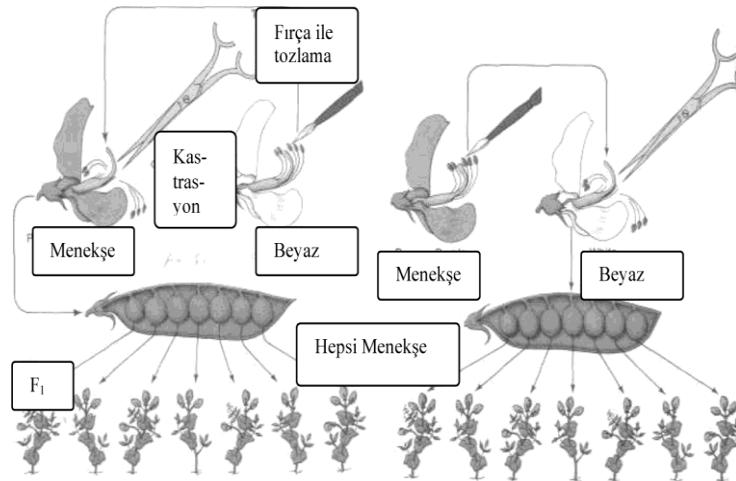
Stigmas› (difliçik tepesi) polenlerden daha erken olgunlaflan bitki türlerinde kastrasyon ifllemine gerek kalmamaktadır. Bu bitkilerde yap›lmas› gereken yalnızca olgun polenlerin ana bitkinin sitigmas›na tafl›nmas›d›r. Burada dikkat edilmesi gereken tozlama kullan›lacak aletlerin her defas›nda alkolle steril hale getirilmesidir.

Monoik ve Dioik bitkilerde çiçeklerin korunmas›: Erkek k›s›r olan bitki türlerinde veya erkek organlar› bulunmayan çiçeklerde kastrasyon ifllemine gerek duyulmamaktadır (Fehr et al., 1993). Yabanc› tozlanmay› engellemek için monoik ve dioik bitkilerin difli çiçeklerinin koruma altında bulunmas› gerekmektedir. Koruma, kastrasyon ifllemine tabi tutulmufl çiçeklerde olduğu gibi melezleme öncesi ve sonras› içinde geçerlidir. Baz› durumlarda izolasyon mesafesi, bazen de keseleme ifllemine yer verilmelidir.

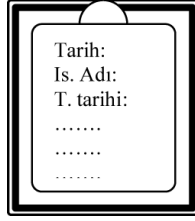
Tozlama: Tozlama polen tanelerinin diflicik tepesine tafl›nmas› iflemi olarak tan›mlanmaktadır (Swiader et al., 1992). Yapay melezlemede tozlama daha çok bir fırça yard›m› ile yap›lmaktadır (fiekil 1). Tozlama bitki türlerine bağ›l olmakla birlikte kastrasyondan hemen sonra veya birkaç gün geciktirilmeye yap›labilmektedir. Fakat en etkili sonuç tozlamas›n›n hemen yap›lmas› ile mümkün olmaktadır (Swiader et al., 1992). Tozlamada kastrasyonda olduğu gibi titizlik ve dikkat istemektedir. Tozlamada kullan›lacak polenler ya önceden toplanmakta yada melezleme esnas›nda al›narak direk kullan›labilmektedir.

Tozlama yap›lm›đ› çiçeğin korunmas›: Tozlanma yap›lan stigman›n yabanc› polen tozlar›ndan korunmas› gerekmektedir. Bunun için bitkilerin çiçek yap›lar› dikkate al›narak bitki bütün olarak veya yalnızca melezleme yap›lm›đ› çiçeklerin doğal flartlarda (izolasyon) veya suni flartlarda meyve tutumuna kadar korunmas› gerekmektedir.

Çiçeklerin etiketlenmesi: Yapay melezlemede kullan›lan difli çiçekler genellikle fiyl, ip ve diğer benzeri etiketler kullanarak belirlenebilmektedir (fiekil 2). Etiketler tozlama öncesi veya tozlama sonras› bitkilerde melezlemenin yap›ld›đ› çiçek sap›/dal› üzerine konulmaktadır. Bitki üzerine konan etiketler üzerinde difli çiçeğin haz›rlanma tarihi, tozlama tarihi, difli çiçeğin pozisyonu, ana ve baba bitkinin ad› ve melezlemeyi yapan ›slahç›n›n ad› gibi bilgiler bulunmalıdır.



Lekil 1. Kastrasyon ve tozlanma ifleminin yap›lmas› (Griffiths et al., 1993)



Ekil 2. Yapay melezleme yap·lm·fl çiçeae as·labilecek etiket örnei

Tohum hasad·: Yapay melezleme sonucu oluflan tohumlar·n miktar· bitki türlerine baql· olarak deiflebilmektedir. Deneyimli ·slahç·lar·n yapm·fl olduklar· yapay melezlemelerden daha çok tohum olufltuau bilinmektedir. Tohum hasad·nda etiketlere dikkatlice bak·larak herhangi bir kar·fl·kl·aa meydan vermeden her bir grup melez ay· ayr· hasat edilerek tohumlar·n grupland·r·lmalar· gerekmektedir.

Sonuç olarak; planl· ·slah metotlar·ndan yapay melezleme ile hibrit genotipler elde edilebilmektedir. ·stenilen özellikleri tafl·yan hibrit genotipler bitkisel üretimde özellikle bahçe bitkileri alan·nda çok büyük öneme sahiptir. Yapay melezlemede, ·slahç·n·n baflar·l· olabilmesi için yapay melezlemenin teknik esaslar· kapsam·nda bitki efler organlar·n·n yap·s·, gelişimi ve çiçeklenme için gerekli çevre flartlar· gibi önemli bilgilere sahip olmas· yan·nda teknik bilgi ve beceriye de sahip olmas· gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Bassett, M. J. 1986. Breeding vegetable crops. Avi Publishing Company Inc., Westport, Conn., USA.
- Fehr, W. R, 1980. Artificial hybridization and self-pollination. In W. R. Fehr and H. H. Hadley (eds.), Hybridization of crop plants. American Society of Agronomy, Madison, Wis., USA.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development. Vol. 2. Crop species. Macmillan, New York, USA.
- Fehr, W. R., E. L. Fehr, H. J. Jessen, 1993. Principles of cultivar development. Volume 1: Theory and Technique. Iowa State University, Ames, Iowa, USA.

- George, R. A. T., 1985. Vegetable seed production. Longman Inc. New York, USA.
- Griffiths, A. J. F., J. H. Miller, D. T. Suzuki, R. C. Lewontin and W. M. Gelbart, 1993. An introduction to genetics analysis (Fith ed.). W. H. Freeman and Company, New York, USA.
- Güleryüz, M., 1982. Bahçe ziraat·nda büyütücü ve engelleyici maddelerin kullan·lmas· ve önemi. Atatürk Üniv. Yay·nlar· No: 599, Ziraat Fak. Yay·nlar· No: 279, Erzurum.
- Jensen, N. F., 1988. Plant breeding methodology. A wiley-interscience publication John Wiley& Sons, New York, USA.
- Kaloo, 1988. Vegetable breeding. Volume I, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA.
- Lersten, N. R. 1980. Reproduction and seed development. In W. R. Fehr and H. H. Hadley (eds.), Hybridization of crop plants. American Society of Agronomy, Madison, Wis., USA.
- Major, D. J. 1980. Environmental effects on flowering. In W. R. Fehr and H. H. Hadley (eds.), Hybridization of crop plants. American Society of Agronomy, Madison, Wis., USA.
- Swiader, J. M., G. W. Ware and J. P. McCollum, 1992. Producing vegetable crops. Interstate Publishers, Inc., Danville, Illinois, USA.
- Welsh, J. R., 1990. Fundamentals of plant genetics and breeding. Robert E. Krieger Publishing company, Malabar-Florida, USA.