



## Haşhaş Islahı

Negar VALIZADEH<sup>1\*</sup>

Neşet ARSLAN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bikileri Bölümü, Ankara

\*Sorumlu yazar:

e-mail: negar.valizadeh@ankara.edu.tr

**Geliş Tarihi** : 10 Aralık 2012

**Kabul Tarihi** : 07 Ocak 2013

### Özet

*Papaver somniferum* L. (haşhaş) hem önemli bir tıbbi, hem de yağ bitkisidir. Haşhaşta tohum veriminin yükseltilmesi, erkencilik, hastalıklara dayanıklılık, yağlık çeşitlerde, düşük morfin oranı ve yağ oranının yükseltilmesi, ilaç sanayisi için yüksek morfin, noskabin, kodein ve tebain ihtiva eden çeşitlerin geliştirilmesi önemli ıslah amaçlarıdır. Uygun haşhaş çeşitlerin geliştirilmesi için, diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi; seleksiyon, melezleme, mutasyon ve poliploidi ıslahı olmak üzere 4 ıslah metodundan da yararlanılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Haşhaş, *Papaver somniferum* L. ıslah amaçları, ıslah metotları

## Poppy Breeding

### Abstract

Poppy is both a medicinal and edible oil plant. The essential goals in Poppy's breeding could be summarized as to increase seed's functional enhancement, maturity, resistance against diseases and breeding species with high edible oil concentration and low or cultivars with high morphine, noscabin, codein and tebain for utilization in pharmaceutical industries. Selection, hybridization, mutation and polyploidization are four methods to breed poppy and acquiring appropriate varieties.

**Key words:** poppy, *Papaver somniferum* L., Breeding goals, Breeding methods

## GİRİŞ

### Haşhaşın Sistematığı ve Menşei

**Takım:** Ranunculales (Papaverales)

**Familyası:** *Papaveraceae*

**Cinsi:** *Papaver*

**Türü:** *Papaver somniferum* (2n=22)

Önemli tıbbi bitkilerden biri olan *Papaver somniferum* L. (haşhaş); *Papaver* cinsi içerdiği alkaloidler bakımından büyük önem taşımaktadır. Haşhaşın anavatanı Doğu Akdeniz'dir. Hindistan ve Anadolu'da çok eskiden beri tarımı yapılmaktadır. Papaveraceae familyasına ait olan bu türün kültürü, geniş bir coğrafi alana yayılmıştır. Papaveraceae familyasında 28 cins ve yaklaşık 250 kadar tür vardır. Türkiye'de bu familyaya ait 7 cins bulunmaktadır [14]. Davis Flora of Turkey'de 19 tek yıllık ve 20 çok yıllık (2 alttür ve 7 varyete) olmak üzere toplam 39 *Papaver* türünün bulunduğunu belirtmektedir [14,28]. Son düzenlemelerde tür sayısı 27 ve tür altı takson sayısı da 19 olarak verilmiştir [18].

### Haşhaşın Önemi

*Papaver somniferum* L., 60-200 cm kadar boylanan, kapalı kapsüle sahip, çiçekleri mor ve beyaz renkte, tek yıllık, otsu bir bitkidir. Tohumları %40-50 oranında yağ içermekte olup yağ kalitesi açısından önemli olan linoleik asit oranı ortalama %62 oranındadır. İyi bir yemelik yağdır. Çabuk kuruyan yağlardan olduğu için, aynı zamanda sanayide, ressamcılıkta ve sabun yapımında

kullanılır. Haşhaş tohumlarının yağı alındıktan sonra arta kalan küspe protein, yağ ve azotsuz öz maddelerce zengin olup hayvan yemi olarak değerlendirilir [48]. Sığır ve mandalar açısından küspe yararlıdır. Meşhur Afyon Kaymağı bu hayvanların sütünden elde edilir. Tohumları pasta ve kurabiyelerde kullanılır. Kavrulup ezildikten sonra pekmez ya da şekerle karıştırılarak tatlı olarak tüketilir [2,35].

Haşhaş bitkisinin kapsüllerinden elde edilen afyon ve/veya alkaloidler tıbbi amaçla kullanıldığı için tıbbi açıdan önemlidir. Kapsüllerde bulunan alkaloidlerden en önemlileri morfin, kodein, tebain, noskabin ve papaverindir. Öksürük kesici, spazm giderici, ağrı dindirici, lokal uyuşturucu ve uyku verici özelliklerinden dolayı ilgili ilaçların yapımında kullanılmaktadır [4,11,5,19].

### Haşhaşta Çiçek Yapısı, Döllenme ve Üreme Biyolojisi

Haşhaş bitkisinde çiçek tomurcuğu ve çiçekler, dalların uç kısmında bulunur. İlk önce ana sap ucundaki tomurcuk çiçek açar. Tomurcuk yumurta ve armut şekilli olup, çok iridir. Tomurcuğun dış kısmında iki adet çanak yaprağı vardır. İç kısımda ise 4 adet taç yaprak bulunur. Daha içte sayıları 80-150 arasında değişen erkek organlar yer alır. Tomurcuğun orta kısmında tepelik sayısı 4-20 adet arasında değişen 1 adet dişi organa sahiptir. Taç yaprakları büyük ve çok değişik gösterişli renklere sahiptirler. Çiçek renkleri beyaz, kırmızı, pembe, viyola renklerinin muhtelif tonlarındadır. Bazı bitkilerin taç yapraklarının dip kısmında

kalp şekline benzer beyaz, siyah veya viyola renkli benekler vardır. Çok sayıdaki erkek organların polen keseleri 2 gözlüdür. Yumurta hücresi tepecik sayısı kadar bölme sahiptir. Bu tepecikler sertleşerek meyve olgunlaştıktan sonra da kapsül ile birlikte kalır. Haşhaş çiçeği sabah saat 4-5 sıralarında açar. Tozlaşma da 4-5 saat içerisinde gerçekleşir. Taç yaprakları çiçek açımından 2-3 gün sonra kuruyarak dökülürler. Bir bitkideki çiçeklenme süresi dal sayısına bağlı olarak 2-10 gün devam eder. İlk olarak ana sapın ucundaki tomurcuğun çiçek açar. Çiçek açma da dallanma gibi yukardan aşağıya doğru devam eder. Haşhaşta dişi organ, çiçek açmadan birkaç gün önce, erkek organlar bir gün öncesinden olgunlaşabilir.

Haşhaş, ortalama %90 oranında kendine döllen bir türdür; çeşit ve çevre faktörlerine bağlı olarak farklı oranlarda yabancı dölleme de görülmektedir. Çok sayıdaki stamenleri, büyük ve renkli çiçekleri böcek ve arıları cezbeder. Bunlar da polenlerin taşınmasına yardımcı olurlar [51]. Yabancı dölleme oranı bazı çeşitlerde, stigma üzerindeki mumsu bir tabakanın bulunması gibi özelliklerin etkisiyle artmaktadır. Avrupa varyetelerinde tozlayıcılara bağlı olmakla birlikte yabancı dölleme oranı %15-40 arasında değişmektedir [43]. Hint varyetelerindeki yabancı dölleme sınırları da; çiçek rengi-arılar beyaz çiçekleri viyola renge tercih etmektedir, tozlayıcıların etkinliği ve popülasyonun büyüklüğüne göre %0-70 arasında değişmektedir [30].

#### **Haşhaşta Bazı Morfolojik ve Tarımsal Karakterlerin Kalıtımı ve Karakterler Arası İlişkiler**

##### **Zirai-Morfolojik Karakterlerin Kalıtımı**

Farklı haşhaş popülasyonlarında; Bitki boyu, çiçeklenme gün sayısı, koza sayısı ve kapsül ağırlığı, tohum ve afyon verimi gibi ekonomik öneme sahip çeşitli tarımsal ve morfolojik özelliklerin genetik varyasyonu üzerinde çalışılmıştır. Farklı çalışmalarda kullanılan bitki materyali çoğunlukla heterojen yapıda olduğundan sonuçların karşılaştırılmasını ve genelleştirilmesini sınırlamaktadır [53].

Bununla birlikte çeşitli araştırmacılar haşhaşta farklı karakterlerin genetik kontrolünde eklemeli varyansın daha etkin olduğunu vurgulamışlardır [27,60]. Singh ve Khanna (1975) haşhaşta agromorfolojik karakterlerin çoğunun kontrolünde eklemeli genetik etkilerin önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar 100 tek bitki arasında 50 çaprazlamadan elde edilen başka bir F2 popülasyonunda ve 80 yarı akraba aile popülasyonu için de bildirilmiştir [69].

Khanna ve Shukla (1989) seçilmiş 10 haşhaşçeşidi arasında yaptıkları diallel çaprazlamada, agro-morfolojik özelliklerin genetik kontrolü için önemli eklemeli etkiler bulmuşlardır. Başka bir çalışmada, bitki boyu ve tohum ağırlığının kalıtımında dominant ve üstün dominant etkiler tespit edilmiştir [22].

Diğer bir çalışmada Avrupa çeşit ve koleksiyonlarına ait 24 ailenin, çeşitli agro-morfolojik özellikleri için dominant etkiler bulunmuştur [15]. Shukla ve Khanna (1992) erkencilik için eklemeli olmayan gen etkisi bulmuştur. Erkencilik, tohum ağırlığı ve morfin içeriği için, [32]. Bitki boyu, çiçeklenme periyodu ve kapsül sayıları gibi karakterler için Sharma ve arkadaşları (1988) ananın etkilerini gözlemlemişlerdir.

##### **Hastalıklara Dayanıklılığın Kalıtımı**

Haşhaşta külleme, kök çürüklüğü ve yaprak yanıklığı gibi çeşitli hastalıklar görülmektedir. Bazı çeşitlerin yaprak yanıklığına (*Helminthosporium papaveris*) karşı diğerlerine göre daha duyarlı olduğu bilinmektedir. Haşhaş bitkisi

*Peronospora arborescens*'in sebep olduğu mildiyöden ağır bir şekilde zarar görür. Hindistan'da yerel çeşitlerle üç bölgede yürütülen tarla denemelerinde, materyalin küllemeye karşı hassas olduğu bulunmuştur [23,49]. Daha sonra bu patojene (*Peronospora arborescens*) toleranslı olan bir hat bulunmuştur. Farklı derecelerde yaralanmalarda bitkilerin küllemeye karşı, belli düzeylerde dayandığı gözlemlenmiştir [55,67]. Bununla beraber, Hindistan'da mevcut genetik stokların hiçbirisi tamamen dayanıklı değildir.

##### **Çiçek Renklerinin Kalıtımı**

Haşhaş, saf beyazdan kırmızıya, pembeye ve menekşeye kadar değişen güzel çiçekleriyle fark edilir. Süs haşhaşlarında çok yaygın olan bir resesif mutasyon sonucu anterler taç yapraklarına dönüşür ve bunlar " katmerli" olarak bilinir. Kültür haşhaşı (*P. somniferum*) tetraploid tür (*P. setigerum*) ile karşılaştırıldığında daha büyük çiçeklere sahiptir. Benzer bir durum *Oxytona* sekiyonu içinde de görülmüştür. Tetraploid tür *P. orientale*'nin çiçekleri, diploid *P. bracteatum*'a göre daha küçüktür [20]. Taç yapraklarının rengi genetik olarak karardır ve çevre değişikliklerinden etkilenmez. Çiçek renklerinin genetik kontrolü üzerine değişik çalışmalar bu yüzyılın (20 yy.) ilk yarısında gerçekleştirilmiştir ve Veselovskaya (1976) tarafından özetlenmiştir. Bhandari (1989), çiçek renklerini birbirinin alleli olan 2 – 4 genin kontrol ettiğini bildirmiştir. Genel olarak bu karakter tek genli olarak kalıtsaldır; taç yapraklarının renklerini kontrol eden genlerin bazı epistatik (örtücü) etkileşimlerinde, koyu renk beyaz renk üzerine dominanttır. Koyu renk çiçeğe sahip bir çeşitle, beyaz renkli bir çeşit melezlendiğinde F1 de çiçek rengi koyu olmaktadır. Çiçek rengi ile tohum rengi arasında sıkı bir ilişki vardır [24].

##### **Kimyasal Karakterlerin Kalıtımı**

*Papaver somniferum* ve *Papaver setigerum* 'da farklı alkaloidlerin kalitatif ve kantitatif değişimlerinin profili veya oranı araştırılmıştır [26,16]. Kendiliğinden oluşan (Spontan) düşük alkaloid mutant Nyman ve Hall (1976) tarafından incelenmiş; mutantın morfin ve toplam alkaloid içeriği orijinal çeşide göre on kat daha düşük bulunmuştur.

Aynı araştırmacı tarafından başka bir mutant, tebaince zengin ve morfince çok fakir bir kemo tip olarak tanımlanmıştır. Bu mutasyonlar tek bir çekinik (resesif) genle kontrol edilmekte ve muhtemelen tebain sentezi öncesi ve sonrası morfin biyosentezi çemberinde (yolunda) meydana gelmekte ve morfine dönüşüm sentez süreci durmaktadır.

Alkaloidlerin üretimi bitkilerin genotipiyle ve çevre faktörleri tarafından kontrol edilir. Yapılan çeşitli araştırmalarda, kantitatif bir vasıf olan düşük ve yüksek morfin muhtevalarının, döllere intikalinin kalıtsal olduğu tespit edilmiştir. Alkaloidlerin spektrumu üzerine bitkinin gelişmesi boyunca iklim faktörlerinin önemli bir etkisi değişik yazarlar tarafından bildirilmiştir [7,17].

Agronomik özellik olarak morfin içeriğinin değişebilirliği için kalıtım tahminleri, üzerinde çalışılan popülasyona bağlıdır. Hindistan'daki ve Avrupa'daki çeşitlerde morfin içeriği için orta derecede bir kalıtım tahminleri bildirilmiştir [31,43,15]. Alkaloid içeriğindeki varyasyon, kısmen eklemeli kısımen dominanttır [37]. Benzer tespitler 80 popülasyonlu bir yarı akraba aile üzerinde de Srivastava ve Sharma (1987a) tarafından yapılmıştır. Amamorf için dar anlamda kalıtım düşük (0,13) ya da ortadır (0,22) [70,36]. Haşhaşta agronomik ve kimyasal karakterler için heterosis bildirilmiştir; Avrupa

tohum çeşitlerinde, F1 hibrid tohumlarının kapsül verimleri ebeveyn ortalama verimlerinden genel olarak üstündür [42, 22, 68,15]. Saini ve Kaicker (1982), haşhaşta, kapsül verimleri için %52,8, tohum verimleri için %22,7 ve afyon verimi için %43,6 heterosis bulmuşlardır. Kapsüllerdeki morfin içeriği için heterosis sonuçları farklıdır; ancak hibridlerde morfin içeriği sıklıkla orta değerdedir [55,58,43,29,64].

#### **Haşhaşta Karakterler Arası İlişkiler**

Çeşitli araştırmacılar tarafından agromorfolojik ve kimyasal özellikler arasında ve bu özelliklerin kendi içindeki ilişkiler farklı genetik materyalde çalışılmıştır. Karakterler arasındaki genetik korelasyon, özellikle alkaloidler ve diğer özelliklerin seçiminde önemli olabilir. Kapsül verimi, tepcecik (ışın) sayısı ve kuru bitki ağırlığı ile afyon, morfin ve tohum verimi arasında genotip düzeyde pozitif ilişki vardır [34].

Kaicker ve arkadaşları (1975), kapsül sayısı, büyüklüğü ve kabuk ağırlığı gibi agronomik özellikler arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve son iki karakterin afyon verimiyle de pozitif ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar Dubedout (1993) ve Shukla ve Khanna (1987) tarafından da gözlemlenmiş; kapsül sayısı ve verimi ile tohum verimi arasında pozitif bir korelasyon bildirilmiş; çiçeklenme zamanı ile kapsül ağırlığı arasında da pozitif bir ilişki görülmüştür. Diğer bir çalışmada Khanna ve Shukla (1991) afyon sütünün beyazlığı ile papaverin içeriği arasında da bir ilişki bulmuşlardır. Dubedout (1993) agro-morfolojik karakterler ile kapsüldeki morfin içeriği arasında bir ilişki tespit edememiş; alkaloidler arasında ise morfin içeriği ile tebain ve kodein içerikleri arasında pozitif ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Afyon, tohum ve yağ verimi birbirleriyle olumlu yönde ilişkilidir [54,66].

Heltmann ve Silva (1978) morfin içeriği ile kapsül sayısı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu açıklamışlardır. Tohum verimi için Shukla ve arkadaşları (2003) tohum verimi ile kapsül iriliği arasında güçlü bir korelasyon bulmuşlar; aynı zamanda bitki boyu ile sap çapı ve kapsül büyüklüğü arasında da pozitif bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir.

#### **Haşhaşta Önemli İslah Amaçları**

##### **Verim Kriterleri**

- Tohum veriminin yükseltilmesi [44].
- Erkencilik
- Hastalıklara dayanıklılık [67].
- Kısa bitki boyu ve yatmaya dayanıklılık [67].
- Kışlık tiplerin geliştirilmesi

##### **Kalite Kriterleri**

- Yağ oranının yükseltilmesi
- Yağda linoleik asit oranının yükseltilmesi
- Tohumların rengi özellikle mavi tohum renginin yükseltilmesi [44].

• Yağlık çeşitleri için Düşük morfin oranına sahip çeşitlerin geliştirilmesi

• İlaç sanayisi için yüksek oranda morfin, noskapin, kodein ve tebaein ihtiva eden çeşitler [3].

##### **İslahta Ele Alınacak Başlıca Vasıflar**

- Tohum ve afyon verimi yüksek olması bakımından, iri konik ve basık kapsüllü formlar
- Çok kapsüllü formlar
- Tepcecik şekli çanak ve çukur çanak olanlar

• Afyon çizimi ve toplanması için segmentsiz ( yüzü düz) kapsüller(x)

• Haşhaşta, morfin ve diğer alkaloidlerin oranını yükseltmek islahatı bir gaye olduğundan, morfin % si yüksek ve bol afyon verimi için teknik olgunlukta parlak yeşil ve pussuz, kabuk kalınlığı fazla olmayan tipler

• Yüksek yağ nisbeti için beyaz ve sarı tohumlar

• Pastacılık ve ekmekçilikte gri tohumlu çeşitler

• Güz ve kışlık ekimlerin, yazlıklara nazaran daha fazla ürün verdiklerinden haşhaşta güzlük ve kışlık ekimi emniyet ve garantiye almak için kışa mukavemet de üzerinde durulacak bir islah vasfıdır.

• Nihayet kapalı kapsülleri seçmek de hem tohum dökülmesini önlemek de hem de tarlayı kirliletmek bakımından önemlidir.

----- (x)Hindistan'da halen haşhaş kapsülleri çizildiğinden, yapılan çalışmalarda araştırmacılar kapsül çizimi ve afyon verimi gibi karakterler üzerinde durmaktadırlar. Ülkemizde çizim yasak olduğundan kapsül ve tohum verimine ilişkin özelliklerle, kapsüldeki alkaloid oranı ve dağılımları üzerinde durulmalıdır. Haşhaş konusundaki çalışmaların ağırlıklı olarak Hindistan'da yapıldığı dikkate alınarak bu kaynaklara da yer verilmiştir.

#### **Haşhaşta İslah Metodları**

##### **Seleksiyon İslahı**

Seleksiyon, üniform olmayan materyal içerisinden uygun olan bitkilerin seçilmesidir. Doğal melezleme ve mutasyonlar sonucu genetik değişim gösteren popülasyonda amaca uygun bitki ya da bitki gruplarının seçimine dayanan bir islah yöntemidir. İnsanlığın bitkileri kültüre almasıyla başlayan islah yönteminin başarısı popülasyonda genetik değişimin bulunmasına bağlıdır.

Seleksiyon islahı tüm islah (yetiştirme) stratejilerinin temelidir ve bu nedenle doğru bir seleksiyon için en uygun seçim kriterlerini kullanmak, islah çalışmalarının etkinliği için önemlidir.

Bhandari (1990) araştırmasında kullandığı 171 hattın kapsüllerinde morfin oranını %0.32 – 0.82 arasında bulmuş; tohum verimi ve morfin oranının birlikte araştırılmasına yönelik bir seleksiyon çalışmasında, uzun boylu, kalın saplı, kapsül sayısı fazla, özellikle kapsül stigma ışın sayısı fazla bitkilerin seçilmesi gerektiğini kaydetmiştir.

Kaicker ve arkadaşları (1975), 14 çeşit ve bunların F2 generasyonlarında yaptıkları bir çalışmada, farklı karakterler arasındaki ilişkilerin göz önüne alındığında, en basit bir seçim kriterinin afyon verimi olmasını önermişlerdir. Bir başka çalışmada, Bhandari ve Gupta (1991), seleksiyon yoluyla afyon veriminin daha iyi olabilmesi için bitki başına düşen azaltılmış kapsül sayısı ve kapsül hacmini seleksiyon kriteri olarak önermişlerdir. Haşhaşta ideal bir bitki tipinin en önemli özelliği ve bunları sağlayabilecek olan genetik kaynaklar belirlenmiştir [15,66]. İlaç sanayisi için yetiştirilen haşhaşlarda Hindistan'da afyon verimi, Avrupa'da haşhaşın herba verimi ve alkaloidlerin verimi, haşhaşın yetiştirilmesinde nihai hedefdir. Sharma ve arkadaşları (1981) Hindistan'da farklı coğrafi bölgelerden toplanan geniş bir koleksiyon üzerinde yaptıkları çalışmada, istenen bir bitki tipi için kısa boylu (yatmaya dayanıklılık), erken çiçeklenme ve fazla sayıda, mümkün olduğunca büyük kapsüllü bitkileri önermişlerdir.

Alkaloid içeriği için seçim, doğal şartlar altında seleksiyonla olabilir. Düşük sıcaklık ve düşük ışık koşulları altında bitkide noskabin ve kodein tespit edilememiş ya da düşük bir düzeyde bulunmuştur. Bu koşullar altında seçim yüksek genetik potansiyeli olan tiplerin belirlenmesinde ve alkaloid birikimi için yardımcı olabilir (Bernath et al. 1988). Dayanıklılık ve mukavemet ıslahında seçim, tercihen olumsuz şartlar altında yapılır [9].

#### **Melezleme Islahı**

Melezleme iki yada fazla sayıdaki hat, çeşit yada türde bulunan ve istenen özellikleri tek bir çeşitte toplamak veya seleksiyon için varyasyonu artırmak amacıyla yapılır.

#### **Melezleme Islahının Aşamaları**

Melezleme ıslahının aşamaları; anaçların seçimi, anaçların yetiştirilmesi, kastrasyon, toz verme ve izolasyondur. Kendine döllen veya kısmen yabancı döllen bitkilerde ana olarak seçilen bitkilerde erkek organların uzaklaştırılması yani kastrasyon (kısırlaştırma) işlemi yapılmalıdır. Melezleme ıslahında F1 bitkileri üniform bir şekilde, anne ve baba bitkinin ortak özelliklerini gösterirler. Daha sonraki generasyonlarda açılmalar meydana gelmektedir. Melezleme ıslahının başarısını yapılacak olan seleksiyon belirler. Seleksiyon ıslahı tek basına bir ıslah yöntemi olduğu gibi, diğer ıslah yöntemlerinin de tamamlayıcısıdır.

*Papaver somniferum*'da çeşit ve çevre faktörlerine bağlı olarak (rüzgâr yoluyla bir çiçekten diğerine polenler transfer olabilese de, fazla sayıda erkek organlarıyla ve bol miktarda polenleriyle çok renkli çiçekler böcekleri özellikle de arıları cezbeder) değişken oranlarda yabancı döllenme görülmekle birlikte kendine döllenmenin baskın olduğu düşünülmektedir [51]. Yabancı döllenme oranları anatomik ya da fizyolojik özelliklere (mesela uygun döllenmenin gerçekleşmesi amacıyla stigmanın (dişicik tepesinin) üzerinde var olan mum tabakasının -örneğin bir böcek yoluyla- delinmesi gerekmesi [9], ya da stigma açılmadan önce diğerinin açılmasının gerçekleşmesi (protandry'nin varlığı) bağlı olarak bazı çeşitlerde artmaktadır.

Nyman ve Hall (1976) düşük ve normal alkaloid içerikli bitkiler arasındaki yabancı döllenmeyi %9 olarak bildirmişlerdir. Avrupa'daki çeşitlerde yabancı döllenme oranı polinatörlerin sıklığına bağlı olarak %15'den %40'a kadar değişir [43]. Hint varyetelerindeki yabancı döllenme sınırları da; çiçek rengi-arılar beyaz çiçekleri viyole renge tercih etmektedir- tozlayıcıların etkinliği ve popülasyonunun büyüklüğüne göre %0-70 arasında değişmektedir [30]. Verilen bu bilgiler haşhaşa melezlemeden önce ana bitkilerin erkek organlarının alınmasının gerekli olduğunu göstermektedir.

Khanna ve Shukla (1986) üzerinde çalıştıkları düşük morfinli, siyah tohumlu "Soma" çeşidi ile, yüksek verimli yabancı çeşitlerin melezlenmesiyle elde edilen hatların seleksiyonu sonucu 3 adet siyah tohumlu ve düşük morfin içeren hat elde etmişlerdir. Ayrıca bu hatların tohum verimi ve *Helminthosporium papaveris*'e karşı dayanıklı Soma çeşidine oranla daha yüksek bulunmuştur. Tebain esas alkaloid kabul edilip, buna göre kendileme ve seleksiyon yapıldığında başarılı sonuç elde etmek mümkün olmamıştır. Çünkü tebain oranı yüksek olan bitkiler  $2n=23$ ,  $2n=24$  veya  $2n=36$  gibi kromozom sayılarına sahip olmuşlardır. Daha sonra  $2n=22$  kromozom sayısını elde etmek için fazla kromozomlar elimine edildiklerinde, morfin oranı yüksek tiplere dönüşmüşlerdir. Soma çeşidi ile beyaz tohumlu yabancı hatların melezlenmesi ve yapılan seleksiyonla elde edilen bazı beyaz tohumlu hatlar "Soma"

dan %25 daha az tohum verirken, yağ içerikleri hissedilir oranda yükselmiştir.

#### **İzolasyon Tekniği**

Melezlemeden sonra uygulanacak izolasyonda, tomurcuklara kese kağıdı veya bez torba geçirmek – özellikle hemen alınmadıklarında- iyi sonuç vermez ve kapsüllerin gelişmesini aksatır. Bunların yerine, çiçeklerin izolasyonunda iri petal yapraklarını bir araya getirerek bir tel raptiye ile tutturmak veya iplikle bağlamak suretiyle kapatmak, daha iyi netice verir. Bu petal yaprakları -içerde yumurtalık (kapsülcük) gelişirken, alttan koptukları halde-tepecik üzerinde sıkı bir şekilde 5-10 gün yapışık olarak kaldıklarından yabancı tozlanmayı önlerler. Haşhaşa seçilen fertler, uzun yıllar devamlı bir şekilde izolasyona tabi tutmak suretiyle homozigotiye kavuşur ve ondan sonra verim denemelerine alınabilir.

#### **Mutasyon Islahı**

##### **Mutasyon**

Canlının genetik yapısında meydana gelen ani ve kalıcı değişimlerdir.

##### **Mutasyon Islahı**

Yeni çeşitlerin elde edilmesi amacıyla yapılacak çalışmalarda ya doğada bulunan yada değişik yöntemlerle ortaya çıkarılacak varyasyonlardan yararlanılmaktadır. Varyasyon oluşturmak için; melezleme, mutasyon, poliploidi uygulanmaktadır. *P. somniferum*'da spontan (kendiliğinden oluşan) ve mutajenlerle uyarılmış mutantlar bildirilmiştir. Bu mutantlar yeni bir kültür olarak direk bir şekilde kullanılabilir: 'Soma' çeşidi, 'Indra' çeşidinin kendiliğinden oluşan bir mutantıdır [46]. Sıklıkla mutantlar yetiştirme programı içinde ebeveyn olarak kullanılmaktadır [12]. Düşük morfin içerikli veya yüksek tebain içerikli kendiliğinden oluşmuş mutantlar Nyman ve Hall (1976) tarafından izole edilmiştir. İlâveten, çiçek ve morfolojik özelliğe sahip kendiliğinden oluşan çeşitli mutantlar tanımlanmıştır [58]. Bu mutantlar resesiftir ve monogenik olarak kalıtsaldır. Erkek kısırlığı, morfin birikiminde artış, kapsül sayısında çoğalma, kısa bitki boyu ve erken çiçekleme gibi özellikler kimyasal mutagenler veya ışınlama yoluyla elde edilmiştir [34,45].

Mutantlar da tebain ve oripavin birikmesi de bulunmuş ve bunlar biyosentezini kodein ve morfin haline dönüşmesini tamamlamamışlardır [40]. Bunların yanında noskabinin de morfin yanında yüksek düzeyde birikmesi görülmüştür [72]. 10 ve 20 kR dozlarındaki gamma ışınları haşhaş tohumları üzerine kullanılmıştır [34]. M1 jenerasyonunda, erkek kısırlık, daha az afyon, yüksek morfin verimi, bitki başına yüksek kapsül sayısı gibi bitkinin çeşitli karakterlerini etkileyen çeşitli mutantlar elde edilmiştir. Etilen amin (% 0,05) ve nitrozo-etil üre (% 0,02) gibi kimyasal mutagen uygulamaları test edilmiştir. Bunlar, kontrol ile karşılaştırıldığında yüksek morfin içerikli mutantlar görülmüştür.

Bodur ve erken çiçek açan mutantlar, tohumlara 10-80 kR gamma ışını uygulayan Nigam ve arkadaşları tarafından da rapor edilmiştir (1990). Gamma ışınları ve EMS' nin kombine uygulanması, mutasyon sıklığına etkili bulunmuştur [50,12].

Mutajenik uygulamaları takip eden biyokimyasal mutantların varlığı, bitkinin alkaloid profilini değiştirmede bu yaklaşımın iyiliğini belirler. Morfin demetilasyon yolu ile bloke edildiğinde elde edilecek kodein kemotipi, morfinin yasadışı kullanımını önlemek bakımından ve ilaç sanayisi için değerlidir.

Tebaine zengin mutantlar Nyman ve Hall (1976) tarafından bildirilmiştir. Bununla beraber, tıbbi ve aromatik bitkilerde spesifik kalıtsal metabolik bloklar biyosentetik yol boyunca tetiklenir [38], ve *P. somniferum*'da da bu ihtimal yüksektir. İlaç sanayisi için yüksek morfin, noskapin, kodein ve tebaein ihtiva eden haşhaşlar mutasyonla elde edilmiştir [6,40]. Mutasyon, bitkinin agronomik (tarımsal) özelliklerini geliştirmek için umut vericidir ve çeşitli bitkilerde bu başarılmıştır. Birçok bitki türünde, sekonder metabolitlerin içeriği ve/veya verimi artırılmıştır [39].

#### Poliploidi

*P. somniferum*'da tetraploid ve triploid bitkilerin daha yüksek bir morfin içeriğine sahip olduğu ve bunlardan elde edilen diploid bitkilerde bitki başına düşen kapsül veriminin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu özellikleri için triploid bitkiler oluşturulmuştur [1]. Benzer sonuçlar *P. bracteatum*'da Milo ve arkadaşları (1987) tarafından da elde edilmiştir. Polyploid bitkiler daha geç çiçeklenmişlerdir. Özellikle triploidlerde tohum bağlama oldukça zayıf olmuştur. Bu yüzden, poliploidinin yüksek tohum veriminin geliştirilmesi için çok az kullanıldığı görülmektedir, fakat haşhaşın morfin verimini artırmak için göz önünde bulundurulabilir.

## KAYNAKLAR

[1] Andreev V.S. 1963. The increase of morphine content in polyploids of opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Dokl. Akad. Nauk. SSSR, 148, 206–208.

[2] Arslan N, Er C, ve Camcı H. 1986. Haşhaş Ekimi Yasağının Kaldırılmasından Beri Haşhaş Tarımı ve Problemleri. VI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı. Bildiri Kitabı (Ed: B.Şener). 16-19 Mayıs 1986, Ankara. S: 99-118.

[3] Balci A, Camcı H, ve Celikoğlu Koşar F. 2007. A research for thebaine and morphine contents of opium poppy lines selected and evaluated in Ankara conditions. Abstracts of the 1st International Medicinal and Aromatic Plants Conference on Culinary Herbs, Apr. 29–May 4, Antalya, Turkey, p. 24.

[4] Baytop T. 1963. Türkiye'nin Tıbbi ve Zehirli Bitkileri, İstanbul Üniversitesi Yayın No:1039.

[5] Baytop T. 1999. Türkiye'de Bitkilerle Tedavi (II. Baskı). Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul.

[6] Bernath J. and Nemeth E., 2005. Stability and variability of alkaloid accumulation in poppy (*Papaver somniferum* L.) induced by crossing. Acta Hort. 675, 179–185.

[7] Bernáth J. Danos B. Veres T. Szántó J. and Tétény P., 1988. Variation in alkaloid production in poppy ecotypes: responses to different environments. Biochem. Syst. and Ecol., 16(2):171–175.

[8] Bhandari M.M., 1989. Inheritance of petal colour in (*Papaver somniferum* L.) J. Hort. Sci., 64(3): 339–340.

[9] Bhandari M.M., 1990. Out-crossing in opium poppy *Papaver somniferum* L. Euphytica, 48(2):167–169.

[10] Bhandari M.M. and Gupta G.S., 1991. Association analysis in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Intern. J. Trop. Agric., 9(1):42–44.

[11] Büyükgöçmen R., 1994. Farklı Yörelere Temin Edilen Yerli ve Yabancı Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Populasyonlarının Bazı Bitkisel Özellikleri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. 78.

[12] Chauhan S.P. and Patra N.K., 1993. Mutagenic effects of combined and single doses EMS in opium poppy. Plant Breeding, 110(4):342–345.

[13] Chauhan S.P. Patra N.K. and Srivastava N.K., 1987. Dwarf mutant of *Papaver somniferum* with high morphine content. Mutation Breeding Newsl., 30, 6.

[14] Davis P.H. Mill, R.R. and Tan K., 1988. *Papaver* L. Flora of Turkey and East Aegean Islands. Univ. Pres., Edinburgh.

[15] Dubedout M., 1993. Analysis of progenies from a circular plan of crosses in poppy (*Papaver somniferum* L.). Ph.D. Thesis, Univ. of Paris, Orsay, 101.

[16] Garnock-Jones P.J. and Schole P., 1990. Alkaloid content of *Papaver somniferum* subsp. *setigerum* from New Zealand. New Zealand J. Bot., 28(3):367–369.

[17] Ghiorghita G.I. Niculita C. and Bálint S.V., 1990. Influence of self-pollination and of the branching degree on some morpho-physiological indices in opium poppy (*P. Somniferum* L.). Rev. Roum. Biol., 35(1):67–74.

[18] Güner A., 2012. Türkiye Bitkileri Listesi. ANG Vakfı. İstanbul

[19] Gümüşçü A. Arslan N., 2008. Seçilmiş *P. somniferum* Hatlarının Melezlerinde Verim ve Bazı Özelliklerinde Heterosis Üzerine Araştırmalar. Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi.

[20] Goldblatt P., 1974. Biosystematic studies in *Papaver* section *Oxytona*. Ann. Mo. Bot. Gard, 61, 264–296.

[21] Heltman H. and Silva F., 1978. The breeding of high yielding inbreds for the production of synthetic poppy variety. Herba Hungarica, 17(2):55–60.

[22] Hlavackova Z., 1978. Application of three and six parameter test to the genetical analysis of seed weight per plant and plant height in seed poppy. Genetika a Slechteni, 14(2):153–160.

[23] ICAR. 1989. Proc. Eighth All India Workshop on Medicinal and Aromatic Plants. N.D. University of Agriculture & Technology, Kumarganj. Faiazabad 4–7 Dec. 1989.

[24] Işıkan M., 1957. Anadolu Haşhaşlarının Tohum Renkleri Üzerinde Genetik Araştırmalar. A.Ü.Z.F. Yayınları 128 Ankara.

[25] Kaicker U.S. Singh U.S. Bakrishnan K.A. Singh H.P. and Choudhury B., 1975. Correlation and path coefficient analysis of opium poppy Genet. Agr. 29, 357–370.

[26] Kálman-Pál A. Bernáth J. and Tétény P., 1987. Phenotype variability in the production and alkaloid spectrum of a (*Papaver somniferum* L.) hybrid. Herba Hungarica, 26(2/3):75–91.

[27] Kandalkar, V.S., Patidar, H. and Nigam, K.R., 1992. Combining ability analysis for harvest index, seed yield and important component characters in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Ind. J. Genet. and Plant Breed. 52(3):275–279.

[28] Kapoor J.D., 1997. Opium Poppy Botany, Chemistry and Pharmacology. Food Product Press New York.

[29] Khanna K.R. and Gupta R.K., 1981. An assessment of germplasm and prospects for exploitation of heterosis in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Contemporary Trends in Plant Science, Ed.: Verma, S.C. Kalyani Pub. New Delhi, India, 368–381.

[30] Khanna K.R. and Shukla S., 1983. The degree of out-crossing in opium poppy. New Botanist, 10, 65–67.

- [31] Khanna K.R. and Shukla S, 1986. HPLC investigation of the inheritance of major opiumalkaloids. *Planta Med.*, 77(2):157–158.
- [32] Khanna K.R. and Shukla S., 1989. Gene action in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Ind. J. Agricult. Sci.*, 59(2):124–126.
- [33] Khanna K.R. and Shukla S., 1991. Studies on inheritance of papaverine in *Papaver somniferum* L. and morphological marker for plants with high papaverine content. *Herba-Hungarica*, 30, 7–10.
- [34] Khanna K.R. and Singh U.P., 1975. Correlation studies in (*Papaver somniferum* L.) and their bearing on yield improvement. *Planta Med.* 28, 92–96.
- [35] Küçük Y.Ş., 1996. Türkiye'nin Çeşitli Yörelerinde Yetiştirilen Haşhaş Bitkilerinden Alkaloidlerin Ekstraksiyonu ve Ekstraktların Susuz Ortamlarda Özelliklerinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi. 141.
- [36] Lal R.K. and Sharma J.R., 1990. Choice of parents for genetic improvement of opium poppy. *Crop Improvment.* 17(2):123–127.
- [37] Lal R.K. and Sharma J.R., 1991. Genetics of alkaloids in (*Papaver somniferum* L.) *Planta Med*, 57(3): 271–274.
- [38] Levy A., 1982. Natural and induced genetic variation in the biosynthesis of alkaloids and other secondary metabolites. In: *Improvement of Oilseed and Industrial Crops by Induced Mutations.* IAEA, Viena, 213–222.
- [39] Mears J.A., 1980. Chemistry of polyploids: A summary with comments on *Parthenium (Astraceae-ambrosiinae)*. In: Lewis, W.H. ed., *Polyploidy—biological relevance.* Basic Life Science, 13, Plenum Press, New York, N.Y. 77–101.
- [40] Millgate A.G. Pogson B.J. Wilson I.A. Kutchan T.M. Zenk M.H. Gerlach W.L. Fist A.J. and Larkin P.J., 2004. Morphine-pathway block in top1 poppies. *Nature* 431, 413–414.
- [41] Milo J. Levy A. Palevitch D. and Ladizinsky G. 1987. Thebaine content and yield in induced tetraploid and triploid plants of *P. bracteatum* Lindl. *Euphytica*, 36, 361–367.
- [42] Mirzulska I., 1967. Heterosis effect in hybrids of certain varieties of poppy. *Papaver somniferum.* *Racz. Nauk Roln. Ser. A Prod. Rosl.* 93(A), 197–204.
- [43] Morice J. and Louarn J., 1971. Study of morphine content in the oil poppy (*P. somniferum* L.). *Ann. Amelior. Pl.*, 21(4):465–485.
- [44] Ne'meth E'. Berna'th J. Sztetanov A. and Petheo F., 2002. New results of poppy (*Papaver somniferum* L.) breeding for low alkaloid content in Hungary. *Acta Hort.* 576, 151–158.
- [45] Nigam, K.B., Kandalkar, V.S. and Dhumale, D.B. (1990) Induced mutations in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Indian J. of Agric. Sci.* 60(4):267–268.
- [46] Nyman V., 1978. Selection for high thebaine/low morphine content in poppy (*P. Somniferum* L.). *Hereditas*, 89, 43.
- [47] Nyman V. and Hall O., 1976. Some varieties of *P. somniferum* L. with changed morphine alkaloid. *Hereditas*, 84, 69–76.
- [48] Özer M., 2004. Tabiat Eczanesi. Şifalı Bitkiler Ansiklopedisi. Bürde Yayınları.
- [49] Pandey G.N. and Nigam K.B., 1988. Evaluation of poppy germplasm for field reaction to downy and powery mildew. *Ind. J. Mycol. Plant Pathol.*, 18(1):101.
- [50] Patra N.K. and Chauhan S.P., 1990. Morphophysiology and genetics of induced mutants expressed in M1 generation in opium poppies. *J. Heredity.* 81(5):347–350.
- [51] Patra N.K. Ram, R.S. Chauhan S.P. and Singh A.K. 1992. Quantitative studies on the mating system of opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Theor. Appl. Gen.* 84(3/4):299–302.
- [52] Saini H.C. and Kaicker U.S., 1982. Manifestation of heterosis in exotic X indigenous crosses in opium poppy. *Indian J. Agric. Sci.* 52, 564–568.
- [53] Saini H.C. and Kaicker U.S., 1987. Genetic diversity in opium poppy. *Indian J. Genetics and Plant Breeding.* 47(3):291–296.
- [54] Sethi K.L. Sapra R.L. Gupta R. Dhindsa K.S. and Sangwan N.K., 1990. Performance of poppy cultivars in relation to seed, oil and latex yields under different environments. *J. Sci. Food Agric.* 52, 309–313.
- [55] Sharma J.R. Lal R.K. Singh S.P. and Mishra, H.O., 1991. Duplicative gene control of leaf incision in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *J. Heredity.* 82(2):174–175.
- [56] Sharma J.R. Lal R.K. Mishra H.O. and Sharma S., 1988. Heterosis and gene action for important traits in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Ind. J. Genet. and Plant Breed.* 48(3): 261–266.
- [57] Sharma J.R. Mishra H.O. Nair R.V. Srivastava, R.K. Singh O.P. and Srivastava, D.P., 1981. Phonological distribution of latex yield and plant type concept in opium poppy (*P. somniferum* L.) *Indian Drugs*, 19, 64–69.
- [58] Sharma J.R. and Singh O.P., 1983. Genetics and genetic improvement. In: *The Opium Poppy. Medicinal and Aromatic Plants Series 1.* Eds. Akhtan-Husain and Sharma, J.R. CIMAP, Lucknow, India, 39–68.
- [59] Shukla S. Yadav H.K. and Singh S.P., 2003. Path coefficient analyses for seed yield in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Proc. Natl. Acad. Sci. Ind.* 73B, 83–88.
- [60] Shukla S., 1992. Genetics of seed yield and its contributing traits in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Proc. Nat. Acad. Set. India*, 62(B)II, 213–217.
- [61] Shukla S. and Khanna K.R., 1992. Genetical study for earliness in *Papaver somniferum* L. *Ind. J. Genet. and Plant Breed.* 52(1):33–38.
- [62] Shukla S. and Khanna K.R., 1987. Genetic association in opium poppy. *Ind. J. Agric. Sci.* 57(3): 147–151.
- [63] Singh U.P. and Khanna K.R., 1975. Exploitation of heterosis and gene action in opium poppy. *Indian J. Genet. Plant Breed.* 35, 8–12.
- [64] Singh S.P. and Khanna K.R., 1991a. Heterosis in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Ind. J. Agric. Sci.* 61(4):259–263.
- [65] Singh S.P. and Khanna K.R., 1991b. Genetic variability for some traits in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Narendra Deva J. Agric. Res.* 6(1):88–92.
- [66] Singh S.P. Shukla S. and Khanna K.R., 1995. Opium poppy. In: *Adv. in Horticulture, Medicinal and Aromatic Plants.* Vol. 11, Eds. Chadha, K.L. and Gupta, R. Malhotra Pub. New Delhi, India, 535–574.
- [67] Singh H.B. Singh A. Priya S. Srivastava S. and Shukla S., 2003. Evaluation of germplasm. of opium poppy for resistance to downy mildew. *Ind. J. Agric. Sci.* 73, 391–394.

[68] Sip V. Martinek V. and Skorpik M., 1977. A study of the inheritance of economically important characters in poppy. *Genetika a Slechteni*, 13, 207–218.

[69] Srivastava R.K. and Sharma J.R., 1987a. Estimation of genetic variance and parameters through biparental mating in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Austr. J. Agricult. Research*, 38(6): 1047–1052.

[70] Srivastava R.K. and Sharma J.R., 1987b. Genetic changes in a population subjected to biparental mating in opium poppy. *Ind. J. Genet. and Plant Breed.*, 47(3):319–327.

[71] Veselovskaya M.A., 1976. The poppy, its classification and importance as an oiliferous crop. Amerind Pub., New Delhi, India 200.

[72] Ziegler J. and Kutchan T.M., 2005. Differential gene expression in *Papaver* – species in comparison with alkaloid profiles. *Acta Hort.* 675, 173–177.