



YEMEKLİK TANE BAKLAGİL YETİŞTİRİCİLİĞİ VE ISLAHI

Editör

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY



YEMEKLİK TANE BAKLAGİL YETİŞTİRİCİLİĞİ VE ISLAHI

Editör:

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

Yazarlar:

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

Doç. Dr. Emre EVLİCE

Doç. Dr. Kadir AKAN

Doç. Dr. Ömer SÖZEN

Dr. Öğr. Üyesi Asuman KAPLAN EVLİCE

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖLMEZ

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BAKTEMUR

Dr. Öğr. Üyesi Muhammad Azhar NADEEM

Dr. Öğr. Üyesi Pervin ERDOĞAN

Dr. Öğr. Üyesi Zemran MUSTAFA

Arş. Gör. Ecem KARA

Arş. Gör. İlker YÜCE

Arş. Gör. Sevda UÇAR

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

Arş. Gör. Muhammed TATAR

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ

Zir. Yük. Müh. Kübra ÇELİK

Amjad ALİ



Copyright © 2022 by iksad publishing house

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.

Institution of Economic Development and Social Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules. The first degree responsibility of the works in the book belongs to the authors.

Iksad Publications – 2022©

ISBN: 978-625-8213-46-1

Cover Design: Tolga KARAKÖY

September / 2022

Ankara / Turkey

Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN

ÖNSÖZ

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY.....1

BÖLÜM 1

FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ.....3

BÖLÜM 2

FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) ISLAHI

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ.....29

BÖLÜM 3

NOHUT (*Cicer arietinum* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Ömer SÖZEN

Arş. Gör. Sevda UÇAR.....55

BÖLÜM 4

NOHUT (*Cicer arietinum* L.) ISLAHI

Arş. Gör. Sevda UÇAR

Doç. Dr. Ömer SÖZEN.....75

BÖLÜM 5

BEZELYE (*Pisum sativum* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Zemran MUSTAFA

Dr. Öğr. Üyesi Pervin ERDOĞAN

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA.....111

BÖLÜM 6

BEZELYE (*Pisum sativum* L.) ISLAHI

Dr. Öğr. Üyesi Zemran MUSTAFA.....127

BÖLÜM 7

MERCİMEK (*Lens culinaris* Medik) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Muhammad Azhar NADEEM

Arş. Gör. İlker YÜCE

Amjad ALİ.....149

BÖLÜM 8

MERCİMEK (*Lens culinaris* Medik) ISLAHI

Dr. Öğr. Üyesi Muhammad Azhar NADEEM

Arş. Gör. İlker YÜCE

Amjad ALİ.....171

BÖLÜM 9

BAKLA (*Vicia faba* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Arş. Gör. Ecem KARA

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BAKTEMUR.....195

BÖLÜM 10

BAKLA (*Vicia faba* L.) ISLAHI

Arş. Gör. Ecem KARA

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BAKTEMUR.....219

BÖLÜM 11

BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Asuman KAPLAN EVLİCE

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ.....233

BÖLÜM 12

BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.) ISLAHI

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

Dr. Öğr. Üyesi Asuman KAPLAN EVLİCE.....261

BÖLÜM 13

YEMEKLİK TANE BAKLAGİLLERDE ZARARLILAR VE NEMATODLAR

Doç. Dr. Emre EVLİCE

Dr. Öğr. Üyesi Pervin ERDOĞAN

Arş. Gör. Muhammed TATAR.....273

BÖLÜM 14

YEMEKLİK TANE BAKLAGİLLERDE HASTALIKLAR

Doç. Dr. Kadir AKAN

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖLMEZ

Arş. Gör. Muhammed TATAR

Zir. Yük. Müh. Kübra ÇELİK

Doç. Dr. Emre EVLİCE.....311

ÖNSÖZ

Günümüzde insan beslenmesi çoğunlukla bitkilere bağlıdır. Besinlerimiz, doğrudan bitkilerden ya da bitkilerle beslenen hayvanlardan sağlanan ürünlerden oluşmaktadır. Bireylerin yeterli, dengeli ve sağlıklı beslenmesi, sağlık sorunlarının en aza indirilmesinde rol oynayan en önemli faktörlerden biridir. Tüm baklagillerde olduğu gibi yemelik baklagiller de bünyelerinde yüksek oranda protein bulundurdukları için beslenmede büyük önem taşırlar. Taneleri insan beslenmesinde önemli ölçüde kullanılmaktadır. Pek çok ülkede açlık ve dengesiz beslenme önemli bir sorun iken; yeterli ve dengeli beslenmek için protein gereksiniminin büyük bir miktarı bu bitkilerden karşılanmaktadır. Gıda üreticileri artan tüketim talebini karşılamak ve birim alandan daha fazla gelir elde edebilmek için verim potansiyelini artırmak üzerine yoğunlaşmışlardır. Söz konusu ticari kaygıdan dolayı besin değeri, tat, aroma gibi kalite özellikleri büyük ölçüde çeşit ıslah programlarında yer almamış ve kalite kriterleri göz ardı edilmiştir. İnsanların beslenmesi için yeter düzeyde güvenli gıda temini, geleceğin dünyasında rol alabilmek açısından son derece büyük önem taşımaktadır. Bu yönüyle düşünüldüğünde elde edilen ürünün miktarı kadar besleyiciliği de ön plana çıkmaktadır. Klasik ve modern ıslah çalışmaları ile besin içeriği zenginleştirilmiş, verim ve kalite değeri yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesi ve ticarete konu olması insan sağlığı ve beslenmesi için oldukça önemlidir. Bu kitapta yemelik tane baklagil yetiştiriciliği ve verimi yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesinde ıslah çalışmalarının önemi ele alınmıştır. Kitabın hazırlanma

aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Seyithan SEYDOŞOĞLU'na, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İKSAD yayınevi çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

Editör

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

BÖLÜM 1

FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY¹

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. tolgakarakoy73@hotmail.com
ORCID NO: 0000-0002-5428-1907

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. yetercalesiz_mbg@hotmail.com
ORCID NO: 0000-0002-4313-352X

GİRİŞ

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), tek yıllık yetiştirilen (Sözen ve ark., 2014a), diploid (genom boyutu ~520Mbp; $2n=2x=22$) ve kendine döllen bir bitkidir (Kan ve ark., 2019a). Taze bakla ve taneleri için yetiştirilmekte olup, taneleri çoğunlukla kurutularak tüketilmektedir (Sözen ve ark., 2014b). Fasulye, insan sağlığı açısından oldukça faydalı ve besleyici özelliğe sahiptir (Sözen ve Karadavut, 2020; Petry ve ark., 2015). En eski uygarlıklardan beri insanlar tarafından temel gıda kaynağı olarak kullanılmaktadır (Nadeem ve ark., 2021a; Craig, 2009). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde temel gıda kaynağı olarak kullanılmasının nedeni hayvansal gıdalara kıyasla daha ucuz olmasıdır (Nadeem ve ark., 2020; Blair, 2013; Sözen ve ark., 2012). Yüksek oranda protein ve karbonhidrat içeriğine sahip olması (Yeken ve ark., 2019), lif, vitamin ve mineral içermesi (Aydemir ve ark., 2019; Lopez-Amoro's, 2006) ve gelişmiş ülkelerde vejeteryan diyetle olan ilginin hızla artmasıyla (Nadeem ve ark., 2021b; Craig ve Mangels, 2009) insan diyetlerinde sıkça tercih edilmeye başlanmıştır (Nadeem ve ark., 2018; Özçelik ve Sözen, 2009). Son dönemlerde fonksiyonel bir gıda olarak dikkat çekmesinin bir diğer nedeni ise obezite (Bozoğlu ve Sözen, 2007), diyabet, kardiyovasküler hastalıklar (Kan ve ark., 2019c), kolon, prostat ve meme kanseri riskini azaltmasıdır (Correa, 1981; Hangen ve Bennink, 2003; Thompson ve ark., 2009).

Fasulye, dünyada ekilen yemeklik tane baklagiller arasında ilk sırada yer almaktadır (FAO, 2021a). 2020 yılında dünya genelinde yaklaşık olarak 348 milyon da alana ekilmiş olup, 27 milyon ton ürün elde

edilmiştir (FAO, 2021b). Hali hazırda çiftçi tarlalarında bulunan yüzlerce yerel fasulye çeşidiyle yapılan üretim, diğer tüm baklagil mahsullerinin toplamını aşan ticari değeri ile ülke ekonomisine önemli bir katma değer sağlamaktadır (Broughton ve ark., 2003; Porch ve ark., 2013; Graham ve Vance, 2003).

Kökene, tarihçesi ve coğrafi dağılışı

Fasulye baklagil ailesinin bir üyesidir ve bilimsel adı *Phaseolus vulgaris* L.'dir (Chacón ve ark., 2007; Broughton ve ark., 2003). Fasulyenin anavatanı kesin olarak bilinmemekle birlikte uzun bir süre tartışma konusu olmuştur (Asfaw ve Blair, 2012). Botanikçiler ilk olarak Batı Asya ve Hindistan kökenli olduğunu düşünmüştür (Geçit ve ark., 2011; De Candolle, 1959). Fakat yapılan kazılarda keşfedilen fasulyelerin incelenmesi ile Amerika (Meksika ve Orta Amerika) kökenli olduğu anlaşılmıştır (Singh, 2001; Debouck, 1999). Amerika'nın keşfinden sonra dünyanın birçok bölgesine yayılmıştır.

Taksonomisi (Bellucci ve ark., 2014):

- Alem: *Plantae*
- Bölüm: *Magnoliophyta*
- Sınıf: *Magnoliopsida*
- Alt Sınıf: *Rosidae*
- Takım: *Fabales*
- Familya: *Fabaceae*
- Cins: *Phaseolus*

Kültürü yapılan *Phaseolus* cinsine bağlı türler (Geçit ve ark., 2011; Broughton ve ark., 2003):

- *Phaseolus aconitifolius*
- *Phaseolus mungo*
- *Phaseolus aureus*
- *Phaseolus calcaratus*
- *Phaseolus angularis*
- *Phaseolus coccineus*
- *Phaseolus acutifolius*
- *Phaseolus lunatus*
- *Phaseolus vulgaris*

Phaseolus cinsi birçok türden oluşmakta olup bunlardan bir kısmı yabani formda yetişmekte ve bir kısmının da kültürü yapılmaktadır. Bu türler içinde dünyada en yaygın olarak yetiştirilen ve ekonomik öneme sahip olanı *Phaseolus vulgaris* türüdür (Freytag ve Debouck, 2002; Porch ve ark., 2013).

Afrika, Avrupa, Asya ve Amerika olmak üzere temelde dört kıtada fasulye üretimi yapılmaktadır (Lioi ve Piergiovanni, 2013; Chiorato ve ark., 2007; Marotti ve ark., 2007). Kültüre alınan fasulyenin iki ana gen merkezi Mezoamerikan (Orta Amerika) ve And (Güney Amerika) bölgeleridir (Kwak ve Gepts, 2009, Beebe ve ark., 2000). Bu bölgeler yüksek oranda genetik çeşitliliğe sahiptir (Rodino ve ark., 2003, Benchimol ve ark., 2007; Sözen ve ark., 2019). Orta Amerika gen havuzuna ait olan fasulyeler Durango, Jalisco, Guatemala ve

Mesoamerika ırklarından, Güney Amerika gen havuzuna ait olan fasulyeler ise Peru, Nueva Granada ve Şili ırklarından oluşmaktadır (Beebe ve ark., 2001; Blair ve ark., 2006). Kültüre alınma sürecinde fasulyenin morfolojik ve fizyolojik özelliklerinde (tohum ve yaprak büyümesi, tohum rengi, tohum kabuğu ve bitki büyüme periyodunda farklılaşma) çeşitli değişiklikler meydana gelmiştir (Singh ve ark., 1991; Nadeem ve ark., 2020; Gepts ve ark., 1991; Kami ve ark., 1995).

Fasulye Avrupa'da 16. yüzyılın başlarında kültüre alınmaya başlanmıştır (Martins ve ark., 2006; Asfaw ve ark., 2009; Blair ve ark., 2010). 16. ve 17. yüzyıllarda, Avrupa'dan Orta Doğu, Batı Asya ve diğer bölgelere hızla yayılmıştır. (Zhang, 1997; Zhang ve ark., 2008). Nihayetinde Avrupa, Brezilya, Güney Afrika ve Çin'de fasulye orijin merkezleri oluşturulmuştur (Santalla ve ark., 2002; Angioi ve ark., 2010; Burle ve ark., 2010). Dünyanın en büyük fasulye üreticisi ve tüketicisi Latin Amerika, özellikle Brezilya, Meksika (Akibode ve Maredia, 2011), And Bölgesi, Orta Amerika ve Karayipler'dir (Rosales ve ark., 2012).

MORFOLOJİSİ

Kök

Fasulye, dallanmış bir kazık kök sistemine sahiptir (Geçit ve ark., 2011). Fasulyenin kök sistemi, birincil (ana) kök, değişken sayıda (genellikle 8 ila 16) bazal kök, hipokotil kaynaklı kökler ve yan köklerden oluşmaktadır (Basu ve ark., 2007; Rubio ve Lynch, 2007).

Birincil kök, genellikle aşağı doğru büyüme gösterir ve güçlü pozitif gravitropizme sahiptir (Lynch ve Brown, 2001). Ancak birincil kök, toprak içerisinde herhangi bir engelle karşılaşırsa büyüme durdurur ve aynı kuvvette yan kökler gelişmeye başlar (Şehirali, 1988). Bazal kökler hipokotil tabanından gelişip büyüyerek yan köklerle birlikte toplam kök uzunluğunun büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Liao ve ark., 2001). Bazal kök gravitropizmi sayesinde, kök sisteminin sağlıklı olup olmadığı belirlenmektedir. Çünkü bazal kökler, tüm fasulye kök sisteminin üzerinde geliştiği iskeleyi oluşturmaktadır (Ma ve ark., 2001; Vieira ve ark., 2008). Hipokotil kaynaklı kökler hipokotillerden büyür ve toprak yüzeyine yakın konumdadır (Miller ve ark., 2003; Vieira ve ark., 2008). Kökler, çimlenmeden itibaren çiçeklenme dönemine kadar günde 3-3,5 cm kadar uzamaya devam etmektedir. Çiçeklenme döneminden sonra gelişim yavaşlamakta ve meyve oluşturma döneminde neredeyse durmaktadır (Ho ve ark., 2005; Geçit ve ark., 2011). Kökler yanlara doğru 65 cm, aşağıya doğru ise 75-100 cm kadar uzayabilmektedir. Ancak kökün büyük bir kısmı, toprağın üstten itibaren 20-25 cm'lik kısmında yer almaktadır (Şehirali, 1988; Geçit ve ark., 2011). Kök gelişimi toprak koşullarına ve çeşitlere bağlı olarak değişim göstermektedir (Liao et al., 2004).

Fasulye, köklerinde yumru (nodül) oluşturan *Rhizobium phaseoli* bakterileri sayesinde havadaki serbest azotu bağlayarak bitkiye ve toprağa kazandırır. Bu sayede ekim sonrası toprağın organik madde ve azot bakımından zenginleşmesini sağlar (Graham ve ark., 2002). Fasulye bu sebeple iyi bir ekim nöbeti bitkisidir (Özdemir ve ark.,

1999). Fasulye köklerindeki nodül sayısı çiçeklenmenin başlamasıyla artar ve meyve oluşum evresinde en üst düzeye çıkar (Geçit ve ark., 2011). Bu dönemden sonra azot fiksasyon aktivitesi durur ve nodüllerin içleri boşalmaya başlar. Kuru olgunluk döneminde kökten ayrılan nodüller toprağa karışır (Sözen ve ark., 2021). Toprak özelliğine bağlı olarak bitkideki nodül sayısı 40-80 adet arasında değişim gösterebilmektedir. Fasulye bitkisi azot fiksasyonu sayesinde, bir dekarlık alanda yıllık yaklaşık olarak 3-5 kg saf azot birikimi olmaktadır (Kan ve ark., 2019b).

Gövde ve yapraklar

Fasulye, gövde büyüme ve boylanma durumlarına göre dik büyüyen (bodur) fasulyeler ve sarılıcı büyüyen (sırık) fasulyeler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Sözen ve ark., 2012). Bodur fasulye formlarında dallanma sayısı fazla ve gövde diktir. Bodur tiplerde büyüme dik bir şekilde gerçekleşir ve bitkiler eş zamanlı olarak hasat olgunluğuna gelmektedir. Bu nedenle makineli hasat için daha uygundur. Bodur fasulyelerin bitki boyu, yaklaşık olarak 20-50 cm arasında değişim göstermektedir (Geçit ve ark., 2011). Bitkinin alt boğumlarındaki yapraklar üst boğumlardaki yapraklara kıyasla daha büyüktür. Olgunlaşma evresine gelen fasulyenin üzerinde hala çok sayıda yaprak bulunur ve baklaların çoğu yan dallarda bulunmaktadır (Bliss ve Brown, 1983).



Şekil 1. Bodur Fasulye Tipleri (Anonim 2022a)

Sarılcı fasulye formlarında, ana sap ince ve sarılcıdır. Toprak üstündeki 15- 20 cm'lik kısımda dallanma olmamakla birlikte bitkinin genelinde fazla dallanma görülmez (Gentry, 1969). Boylanma durumu ise çeşit karakteri ve ekolojik koşullara bağlı olarak değişmektedir. Bitki boyu 50-300 cm arasındadır (Sözen ve Bozoğlu, 2013). Sarılcı fasulyenin bakla hasadı eş zamanlı olmayıp sezon boyunca devam etmektedir. Çiçeklenme başladıktan sonra aşağıdan başlayarak sezon sonuna kadar yapraklar dökülmeye başlamaktadır. Sarılcı formlar daha çok yeşil sebze amacıyla yetiştirilen bahçe tarımına uygun tiplerdir (Geçit ve ark., 2011).



Şekil 2. Sırk Fasulye Formu (Anonim 2022b)

Fasulye bitkisi; tüylü, yeşil renkli, yaprak damarları belirgin, uçları sivri ve kalp şeklinde olan üçlü bileşik yapraklara sahiptir. İlk oluşan yapraklar, 1 ay yeşil kalıp sonra sarararak dökülen kotiledon yapraklardır. Sonrasında oluşan yapraklar ise, çeşitler arasında farklı uzunluklara sahip üçlü kalp şeklinde oluşan uçları sivri gerçek yapraklardır (Geçit ve ark., 2011). Yapraklar, üzerinde bulunan tüyler sayesinde değdiği cisme yapışabilmektedir (Singh ve ark, 1991; Bailey, 1975). Yaprakların gövde üzerindeki duruş konumları çeşitlerin ayırt edilmesinde önemli bir kriterdir (Pursglove, 1968).



Şekil 3. Fasulye Yaprak Yapısı (Anonim 2022c)

Çiçek

Fasulyenin çiçek rengi; pembe, mor, sarı, kırmızı olarak çeşitler arasında değişkenlik gösterebilmektedir (Gentry, 1969). Çiçekte bulunan beş adet çanak yaprak birleşerek *calyx* tüpünü, beş adet taç yaprak birleşerek corollayı oluşturmaktadır. Çiçeğin yumurtalığındaki tohum taslağı sayısı 2-8 adet arasında değişebilmektedir (Geçit ve ark., 2011). Çiçek yapısı gereği anter ve stigma birbirine sarılmış durumdadır ve çiçek tamamen açılmadan önce anter açılması ve stigmaya polen aktarımı aynı anda meydana gelir (Lackey, 1981). Bu sayede genellikle kendi kendine dölleme gerçekleşir fakat bazı böceklerle taşınan polenler nedeniyle ender de olsa yabancı dölleme görülebilmektedir (Webster ve ark., 1977). Salkım sapındaki çiçek sayısı çeşitlere bağlı olarak 3-15 adet arasında değişim göstermektedir. Çiçekler bitki ve salkımda alt kısımdan başlayarak üste doğru olacak şekilde gece yarısı ve sabah saatleri arasında açmaya başlar ve normal hava şartlarında 20 gün kadar devam eder (Geçit ve ark., 2011; Singh ve ark., 1991).



Şekil 4. Fasulyede Farklı Çiçek Renkleri (Anonim 2022c,d)

Bakla ve taneler

Fasulyenin meyvesi olan baklaların şekli düz, kıvrık veya S şeklinde olabilmektedir. Ayrıca baklalar; uzunluk, dolgunluk, renk, yassılık, kılçıklı, kılçıksız, iplikli, ipliksiz olarak çeşit karakterine göre büyük oranda farklılık gösterebilmektedir (Purse-glove, 1968; Geçit ve ark., 2011). Çeşitlere bağlı olarak bakla uzunluğu 8-12 cm arasında, bakla genişliği ise 6.0-25.0 mm arasında değişmektedir (Wortmann, 2006). Baklalar, bal mumu sarısından yeşilin birçok tonlarında farklı renklere sahip olabilmektedir. Baklaların içindeki tohum sayısı 5 ile 10 adet arasında değişmektedir. Fasulye tohumları çeşide bağlı olarak, beyaz, siyah, kırmızı, kahverengi gibi değişik renklerde olabilmektedir. Fasulye tohumları normal şartlarda çimlenme kabiliyetlerini 3-4 yıl sürdürebilir (Wortmann, 2006; Brink ve Belay, 2006).

Kimyasal bileşimi

Fasulyenin olgunlaşmamış taze bakla ve taneleri yaklaşık olarak %10 oranında protein, olgunlaşmış taneleri ise %15-35 oranında protein içermektedir (Alzate-Marin ve ark., 2003). Bunun yanında sağlıklı bir yaşam için gerekli olan vitamin (A, B ve C), kompleks karbonhidratlar

ve mineral (Ca, Mg, K, Cu, Fe, Mg ve Zn) içeriği bakımından zengindir (Kaçar ve ark. 2004, Miklas ve ark. 2006). Fasulye, karbonhidrat ve lif oranı yüksek, yağ oranı düşük bir sebzedir. 100 g fasulyede yaklaşık olarak 21.75 g protein, 29.42 g karbonhidrat, 1.35 g yağ, 32.17 g diyet lifi bulunmakta olup enerji değeri 281 kcal'dir (Sarioğlu ve Velioğlu, 2018).

YETİŞTİRİCİLİĞİ

Toprak ve iklim istekleri

Toprak istekleri bakımından fazla seçici olmayan fasulye; organik madde içeriği ve su tutma kapasitesi yüksek, yumuşak, PH'ı 5.5-6.7 olan ve iyi havalandırılan bölgelerde üstün performans göstererek yetişebilmektedir (Ekbiç ve Hasancaoğlu, 2019; Geçit ve ark., 2011). Ilıman iklim bitkisi olan fasulye, optimum sıcaklığın 15-21°C olduğu bölgelerde rahatlıkla yetişebilmektedir. 15°C'nin altındaki sıcaklıklarda bitki gelişimi yavaşlamakta, -2 veya -3°C sıcaklıklarda ise bitki ciddi oranda zarar görmektedir. Fasulye tohumları en iyi çimlenme performansını toprak neminin yeterli ve toprak sıcaklığının 18-30°C olduğu zamanlarda göstermektedir. En iyi çiçeklenme dönemi 18-20°C sıcaklıklarda, en iyi meyve bağlama dönemi ise 18-25°C sıcaklıklarda gerçekleşmektedir (Akçin, 1973). Çiçeklenme ve meyve bağlama döneminde yüksek sıcaklıklara veya kuvvetli rüzgarlara maruz kalan fasulye bitkisi büyük zarara uğramaktadır. Bu nedenle iklimi uygun bölgelerde, ilkbahar ve sonbahar ekimi olmak üzere senede iki mevsim yetiştirilebilen fasulye, soğuk iklim

bölgelerinde, ilkbaharda, havanın uygun olduğu bir gün seçilerek tohumları ekilmek suretiyle tek yıllık yetiştirilmektedir. Sıcak iklim bölgelerinde ise ilkbaharda şubat veya en geç nisan aylarında hava şartlarının uygun olduğu bir günde ekim yapılabilir (Çiftçi ve Şehirli, 1984; Geçit ve ark., 2011).

Sulama

Genç yaprakların çıktığı dönemde, çiçeklenmeden önce ve bakla bağlamadan 1 hafta sonra olmak üzere belli dönemlerde hava şartlarının etkisiyle suya ihtiyaç duyduğu takdirde, yaprak ve çiçeklerine zarar vermeyecek şekilde sık aralıklarla hafif sulama yapılmalıdır. Fasulye için en uygunu damla sulama sistemidir (Ekbiç ve Hasancaoğlu, 2019; Geçit ve ark., 2011).

Gübreleme

Gübreleme yapılmasının amacı, toprakta yeterli miktarda bulunmayan bitki besin elementlerinin bitki tarafından alınmasını sağlamaktır. Bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre miktarının ve gübre içeriğinin belirlenebilmesi için ekimden önce tarlanın 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak toprak tahlili yaptırılmalıdır. Yapılan toprak analizi sonucuna göre uygun miktarda gübre verilmesi en doğrusudur (Kaydan ve ark., 2005; Geçit ve ark., 2011).

Fasulye yetiştiriciliğinde dekara yaklaşık 2-3 ton olacak şekilde yanmış hayvan gübresi verilmektedir. Bunun yanında dekara 4-6 kg fosfor (P_2O_5), 2-5 kg saf azot (N) ve 3-5 kg potasyum (K_2O) olacak

şekilde gübreleme yapılması uygundur (Geçit ve ark., 2011; Kaydan ve ark., 2005; Ekbiç ve Hasancaoğlu, 2019).

Bakım

Ekim yapıldıktan sonra yağış fazla olduğu dönemlerde kaymak tabakası oluşursa kırılmalıdır. Bitki boyu 10-15 cm'e ulaştığında elle veya çapalama usulüyle yabancı ot temizliği yapılır. Yetiştirme dönemi boyunca bitkiye zarar veren hastalık ve zararlılarına karşı tarımsal ilaçlar kullanılarak önlem alınır. Sırik fasulye yetiştiriciliğinde sülük verme döneminde sıralara sıriklar konulur (Sözen ve ark., 2012; Geçit ve ark., 2011).

Hasat ve harman

Ürün kaybını en düşük düzeyde tutarak, kaliteli ve sağlıklı ürünler alabilmek için hasadın doğru zamanda yapılması gerekmektedir. Hasat, taze fasulye elde etmek, kuru tane üretmek veya tohum çoğaltmak amacıyla yapılmaktadır (Sözen ve ark., 2014b). Taze fasulye hasadı, ekimden 45-60 gün sonra başlar ve 1.5-2 ay boyunca devam eder. Taze fasulye hasadı erken dönemde yapılırsa baklalar büzüşecek, geç dönemde yapılırsa baklalar sertleşecek, yeme zevkini bozacak boyutta irileşerek tanelerini dökcek ve kılçıklık oranı artacaktır. Her iki durumda da verim ve ürün kaybı yaşanacaktır. Bu nedenle hasat, baklaların çeşit karakterini gösterdiği iriliğin 1/3'üne sahip olduğu evrede haftada iki kez olacak şekilde yapılmalıdır. Hasat edilirken baklaların kırılmamasına ve zedelenmemesine özen

gösterilmelidir. Hasat edilen fasulyeler serin ve hava alan bir yerde muhafaza edilmelidir (Nadeem ve ark., 2021b; Geçit ve ark., 2011).

Kuru tane hasadı baklalar tam olgunlaştıktan sonra kuruyup sarardığı ve tanedeki nem oranının %50'nin altına düştüğü dönemde yapılmalıdır. Baklaların yaklaşık olarak %80'i sararıp olgunlaştığında nem oranının %40 düzeyinde olduğu belirtilmiştir. Bakla çatlamış ve zarar görmüş ise nem oranı %40'ın altına düşmüş demektir (Geçit ve ark., 2011). Kuru fasulye hasadı erken yapılırsa baklalar küflenecek, geç yapılırsa baklalar çatlayarak tanelerini dökcektir. Hasatın geciktirilmemesi, zamanında yapılması ürün kalitesi açısından oldukça önemlidir. Hasat için en uygun zaman baklaların henüz sıcaktan ısınmadığı sabah serinidir (Nadeem ve ark., 2020; Sözen ve ark., 2012).

Fasulye; küçük veya büyük çaptaki üretimlere, hava durumuna ve sahip olunan ekipmanlara bağlı olarak birkaç farklı yöntemle hasat edilebilmektedir. Bu yöntemler, elle hasat, direkt biçerdöverle hasat, biçildikten sonra kurutulup patozlama veya harman makinalarıyla hasat şeklindedir (Vieira ve ark., 2018; Sözen ve Karadavut, 2020).

KAYNAKLAR

- Akçin, A. (1973). Erzurum Şartlarında Yetiştirilen Kuru Fasulye Çeşitlerinde Gübreleme, Ekim Zamanı ve Sıra Aralığının Tane Verimine Etkisi ile Bu Çeşitlerin Bazı Fenolojik, Morfolojik ve Teknolojik Karakterleri Üzerine Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 4(2): 65-76.
- Akibode, S., Maredia, M. (2011). Global and regional trends in production, trade and consumption of food legume crops. Department of Agricultural, Food and Resource Economics, Michigan State University, 87p.
- Alzate-Marin, A., Costa, M., Sartorato, A., Peloso, J., Borro, E., Moreira, M. (2003). Genetic Variability and Pedigree Analysis of Brazilian Common Bean Elite Genotypes. Scientia Agricola, 60(2): 283-290
- Angioi, S.A., Rau, D., Attene, G., Nanni, L., Bellucci, E., Logozzo, G., ... & Papa, R. (2010). Beans in Europe: origin and structure of the European landraces of *Phaseolus vulgaris* L. Theoretical and Applied Genetics, 121(5), 829-843.
- Anonim, 2022a. <https://dachnye-zametki.ru/ogorod/struchkovaya-fasol-vyrashhivanie-v-podmoskove.html>
- Anonim, 2022b. www.wokingartshub.org
- Anonim, 2022c. <https://www.dreamstime.com/flower-phaseolus-vulgaris-also-known-as-common-bean-french-bean-herbaceous-annual-plant-grown-worldwide-its-image225122734>
- Anonim, 2022d. <https://davesgarden.com/guides/pf/go/151790/>
- Asfaw, A., Blair, M.W. (2012) Quantitative trait loci for rooting pattern traits of common beans grown under drought stress versus non-stress conditions. Mol Breed. 30: 681-695.
- Asfaw, A., Blair, M.W., Almekinders, C. (2009). Genetic Diversity and Population Structure of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from the East African highlands. Theor Appl Genet, 120: 1-12.
- Aydemir, S.K., Karakoy, T., Kokten, K., & Nadeem, M.A. (2019). Evaluation of yield and yield components of common vetch (*Vicia sativa* L.) genotypes

- grown in different locations of Turkey by GGE biplot analysis. *Appl. Ecol. Environ. Res*, 17, 15203-15217.
- Bailey, L.H. (1975). *Manual of Cultivated Plants*, 15th ed., Macmillan Publishing Co., New York.
- Basu, P., Zhang, Y., Lynch, J.P., Brown, K.M. (2007). Ethylene modulates genetic, positional, and nutritional regulation of root plagiogravitropism. *Functional Plant Biology*, v.34, p.41-51.
- Beebe, S., Rengifo, J., Gaitan, E., Duque, M.C., & Tohme, J. (2001). Diversity and origin of Andean landraces of common bean. *Crop science*, 41(3), 854-862.
- Beebe, S., Skroch, P.W., Tohme, J., Duque, M.C., Pedraza, F., Nienhuis, J. (2000). Structure of Genetic Diversity Among Common Bean Landraces of Middle American Origin Based on Correspondence Analysis of RAPD. *Crop Science*, 40: 264-273.
- Bellucci, E., Bitocchi, E., Rau, D., Rodriguez, M., Biagetti, E., Giardini, A., ... & Papa, R. (2014). Genomics of origin, domestication and evolution of *Phaseolus vulgaris*. *Genomics of plant genetic resources*, 483-507.
- Benchimol, L.L., Campos, T., Carbonell, S.A.M., Colombo, C.A., Chioratto, A.F., Formighieri, E.F., Souza, A.P. (2007). Structure of Genetic Diversity Among Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Varieties of Mesoamerican and Andean Origins Using New Developed Microsatellite Markers. *Genet Resour Crop Evol.*, 54: 1747-1762.
- Blair, M.W., Giraldo, M.C., Buendia, H.F., Tovar, E., Duque, M.C., Beebe, S.E. (2006). Microsatellite Marker Diversity in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theor Appl Genet*, 113: 100-109.
- Blair, M.W. (2013). Mineral biofortification strategies for food staples: the example of common bean. *Journal of agricultural and food chemistry*, 61(35), 8287-8294.
- Blair, M.W., Gonzalez, L.F., Kimani, P.M., Butare, L. (2010). Genetic Diversity, Intergene Pool Introgression and Nutritional Quality of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. *Theor Appl Genet.*, 121(2): 237-248.

- Bliss, F.A., Brown, J.W.S. (1983). Breeding common bean for improved quantity and quality of seed protein. In: Janick J (ed) Plant breeding reviews, vol 1. Wiley, New York, pp 59–102
- Bozoğlu, H., & Sözen, Ö. (2007). Some agronomic properties of the local population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Artvin province. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(5), 327-334.
- Brink, M. and Belay, G. (2006). Plant Resources of Tropical Africa: Cereals and Pulses, PROTA Foundation, Wageningen, Netherlands.
- Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., & Vanderleyden, J. (2003). Beans (*Phaseolus* spp.) model food legumes. *Plant and soil*, 252(1), 55-128.
- Burle, M.L., Fonseca, J.R., Kami, J.A., & Gepts, P. (2010). Microsatellite diversity and genetic structure among common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces in Brazil, a secondary center of diversity. *Theoretical and Applied Genetics*, 121(5), 801-813.
- Chacón, S.M.I., Pickersgill, B., Debouck, D.G., & Arias, J.S. (2007). Phylogeographic analysis of the chloroplast DNA variation in wild common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) in the Americas. *Plant Systematics and Evolution*, 266(3), 175-195.
- Chiorato, F.C., Carbonell, A.M.C., Benchimol, L.L., Chiavegato, M.B., Dias, L.A.S, Colombo, C.A. (2007). Genetic Diversity in Common Bean Accessions Evaluated by Means of Morpho-Agromonomical and RAPD Data. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz)*, 64(3): 256-262.
- Correa, P. (1981). Epidemiological correlations between diet and cancer frequency. *Cancer Res* 41:3685–3690
- Craig, W.J. (2009). Health effects of vegan diets. *The American journal of clinical nutrition*, 89(5), 1627S-1633S.
- Craig, W.J., & Mangels, A.R. (2009). Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *Journal of the American dietetic association*, 109(7), 1266.

- Çiftçi, Y., Şehirli, S. (1984). Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Çeşitlerinde Değişik Özelliklerin Fenotipik ve Genotipik Farklılıklarının Saptanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 4, Ankara.
- de Candolle, A.P. (1959). Origin of Cultivated Plants (reprint). *Hafner, London, UK.*
- Debouck, D.G. (1999). Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. In *Common bean improvement in the twenty-first century* (pp. 25-52). Springer, Dordrecht.
- Ekbiç, E., Hasancaoğlu, E.M. (2019). Morphological and Molecular Characterization of Local Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes. *Applied Ecology and Environmental Research*, 17(1): 841-853.
- FAO, 2021a. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>. Erişim tarihi:20.01.2022
- FAO, 2021b. <http://www.fao.org/3/i6583e/i6583e.pdf>. Erişim tarihi:20.01.2022
- Freytag, G.F. and Debouck, D.G. (2002). Taxonomy, Distribution, and Ecology of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionodeae) in North America, Mexico and Central America, *SIDA Botanical Miscellany*, Issue 23.
- Geçit, H.H., Çiftçi, C.Y., Emeklier, Y., İkincikarakaya S., Adak, S. (2011). Tarla Bitkileri. Ankara Üniversitesi Yayınları (sayfa. 279) Türkiye
- Gentry, H.S. (1969). “Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*”, *Economic Botany*, Vol. 23, No. 1, pp. 55-69, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02862972>.
- Gentry, H.S. (1969). “Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris*”, *Economic Botany*, Vol. 23, No. 1, pp. 55-69, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02862972>.
- Gepts, P. and Debouck, D.G. (1991), “Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)”, in: van Schoonhoven, A. and O. Voysest (eds.), *Common Bean: Research for Crop Improvement*, CABI, Wallingford, United Kingdom.
- Graham, P.H. ve Vance, C.P. (2002). Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extention needs. *Field Crop Research*. 65, 93–106.
- Hangen, L., Bennink, M.R. (2003) Consumption of black beans and navy beans (*Phaseolus vulgaris*) resduced azoxymethane-induced colon cancer in rats. *Nutr Cancer* 44:60–65

- Ho, M.D., Rosas, J.C., Brown, K.M., Lynch, J.P. (2005). Root architectural tradeoffs for water and phosphorus acquisition. *Functional Plant Biology*, v.32, p.737-748.
- Kaçar, O., Çakmak, F., Çöplü, N., Azkan, N. (2004). Bursa Koşullarında Bazı Kuru Fasulye Çeşitlerinde (*Phaseolus vulgaris* L.) Bakteri Aşılama ve Değişik Azot Dozlarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18(1): 207-218.
- Kami, J., Velásquez, V.B., Debouck, D.G., & Gepts, P. (1995). Identification of presumed ancestral DNA sequences of phaseolin in *Phaseolus vulgaris*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 92(4), 1101-1104.
- Kan, M., Kan, A., Sözen, Ö., Karadavut, U., & Yağmur, M. (2019a). Evaluation of The Farms Producing Dry Bean Landraces By Capital Approach in The Middle Kızılırmak Valley of Turkey–CORRIGENDUM. *Plant Genetic Resources*, 17(5), 469-469.
- Kan, M., Sözen, Ö., Kan, A., Karadavut, U., & Yağmur, M. (2019b). Orta Kızılırmak Vadisi'nde üretici şartlarında yerel kuru fasulye populasyonlarının doğal kaynak ekonomisi açısından genel değerlendirilmesi. *Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 389-398.
- Kan, M., Sözen, Ö., Kan, A., Karadavut, U., & Yağmur, M. (2019c). General evaluation of local dry bean populations in terms of natural resource economy under producer conditions in Orta Kızılırmak Valley. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(3), 389-398.
- Kaydan, D., Yağmur, M., & Engin, M. (2005). Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yetiştiriciliğinde farklı ekim sıklığı ve fosforlu gübre dozlarının tane verimi ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 59-68.
- Kwak, M., Gepts, P. (2009). Structure of Genetic Diversity in the Two Major Gene Pools of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L., Fabaceae). *Theoretical and Applied Genetics*, 118(5): 979-992.

- Lackey, J.A. (1981). "Tribe 10. Phaseoleae DC", in: Polhill, R.M. and P.H. Raven (eds.), *Advances in Legume Systematics*, Royal Botanic Garden, Kew, England.
- Liao, H., Rubio, G., Yan, X., Cao, A., Brown, K.M., Lynch, J.P. (2001). Effect of phosphorus availability on basal root shallowness in common bean. *Plant and Soil*, v.232, p.69-79.
- Liao, H., Yan, X., Rubio, G., Beebe, S.E., Blair, M.W., Lynch, J.P. (2004). Genetic mapping of basal root gravitropism and phosphorus acquisition efficiency in common bean. *Functional Plant Biology*, v.31, p.959-970.
- Lioi, L., Piergiovanni, A.R. (2013). European Common Bean. In: Singh M, Upadhyaya HD, Bisht S (Eds.), *Genetic and Genomic Resources of Grain Legume Improvement*, Elsevier, Oxford, p. 322. 11-40.
- Lopez-Amoros, M.L., Hernández, T. & Estrella, I. (2006). Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 277-283.
- Lynch, J.P., Brown, K.M. (2001). Topsoil foraging: an architectural adaptation of plants to low phosphorus availability. *Plant and Soil*, v.237, p.225-237.
- MA, Z., Bielenberg, D.G., Brown, K.M., Lynch, J.P. (2001). Regulation of root hair density by phosphorus availability in *Arabidopsis thaliana* Plant, Cell and Environment, v.24, p.459-467.
- Marotti, I., Bonetti, A., Minelli, M., Catizone, P., Dinelli, G. (2007). Characterization of Some Italian Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces by RAPD, Semi-Random and ISSR Molecular Markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 175-188
- Martins, S.R., Vences, F.J., Saenz de Miera, L.E., Barroso, M.R., Carnide, V. (2006). RAPD Analysis of Genetic Diversity Among and Within Portuguese Landraces of Common White Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Scientia Horticulturae*, 108: 133- 142.
- Miklas, P.N., Kelly, J.D., Beebe, S.E., Blair, M.W. (2006). Common Bean Breeding for Resistance Against Biotic and Abiotic Stresses: From Classical to MAS Breeding. *Euphytica*, 147: 105-131

- Miller, C.R., Ochoa, I., Nielsen, K.L., Beck, D., Lynch, J.P. (2003). Genetic variation for adventitious rooting in response to low phosphorus availability: potential utility for phosphorus acquisition from stratified soil. *Functional Plant Biology*, v.30, p.973-985.
- Nadeem, M.A., Çilesiz, Y., Ali, F., Baloch, F.S., & Karaköy, T. (2020). Investigation of quality and cooking traits diversity in a global common bean germplasm. *Global Journal of Botanical Science*, 8, 21-29.
- Nadeem, M.A., Habyarimana, E., Çiftçi, V., Nawaz, M.A., Karaköy, T., Comertpay, G., ... & Baloch, F.S. (2018). Characterization of genetic diversity in Turkish common bean gene pool using phenotypic and whole-genome DArTseq-generated silicoDArT marker information. *PloS one*, 13(10), e0205363.
- Nadeem, M.A., Habyarimana, E., Karaköy, T., & Baloch, F.S. (2021b). Genetic dissection of days to flowering via genome-wide association studies in Turkish common bean germplasm. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 27(7), 1609-1622.
- Nadeem, M.A., Karaköy, T., Yeken, M.Z., Habyarimana, E., Hatipoğlu, R., Çiftçi, V., ... & Baloch, F.S. (2020). Phenotypic characterization of 183 Turkish common bean accessions for agronomic, trading, and consumer-preferred plant characteristics for breeding purposes. *Agronomy*, 10(2), 272.
- Nadeem, M.A., Yeken, M.Z., Shahid, M.Q., Habyarimana, E., Yılmaz, H., Alsaleh, A., ... & Baloch, F.S. (2021a). Common bean as a potential crop for future food security: an overview of past, current and future contributions in genomics, transcriptomics, transgenics and proteomics. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 759-787.
- Özçelik, H., & Sözen, Ö. (2009). Kelkit Vadisi yerel fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarının toplanması, karakterizasyonu, morfolojik ve agronomik değişkenliklerin belirlenmesi.
- Özdemir, S., Karadavut, U., ve Erdoğan, C. (1999). Rhizobium sp. aşılması ve gübrelemenin bezelyenin (*pisum sativum* L.) nodulasyonu ve verimine etkisi. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23 Ek sayı 4. 869–874.

- Petry, N., Boy, E., Wirth, J.P., & Hurrell, R.F. (2015). The potential of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) as a vehicle for iron biofortification. *Nutrients*, 7(2), 1144-1173.
- Porch, T.G., Beaver, J.S., Debouck, D.G., Jackson, S., Kelly, J.D., & Dempewolf, H. (2013). Use of wild relatives and closely related species to adapt common bean to climate change. *Agronomy*, 3(2), 433-461.
- Purseglove, J.W. (1968). *Tropical Crops: Dicotyledons*, Longmans, Longmans, London.
- Rodino, A.P., Santalla, M., Ron, A.M.D., Singh, S.P. (2003). A Core Collection of Common Bean from The Iberian Peninsula. *Euphytica*, 131: 165-175.
- Rosales, M.A., Ocampo, E., Rodriguez-Valentin, R., Olvera Carrillo, Y., Acosta-Gallegos, J., Covarrubias, A.A. (2012). Physiological analysis of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars uncovers characteristics related to terminal drought resistance. *Plant Physiol Biochem.* 56: 24- 34.
- Rubio, G., Lynch, J.P. (2007). Compensation among root classes in *Phaseolus vulgaris* L. *Plant and Soil*, v.290, p.307-321.
- Santalla, M., Rodiño, A.P., De Ron, A.M. (2002). Allozyme evidence supporting southwester Europe as a secondary center of genetic diversity for common bean. *Theor Appl Genet* 104:934–944
- Sarıoğlu, G., & Veliöğlu, Y.S. (2018). Baklagillerin bileşimi. *Akademik Gıda*, 16(4), 483-496.
- Singh, S.P. (2001). Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. *Crop Sci.* 41:1659-1675.
- Singh, S.P., Gepts, P., Debouck, D.G. (1991). “Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae)”, *Economic Botany*, Vol. 45, No. 3, pp. 379-396, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02887079>.
- Sözen, Ö., & Bozoğlu, H. (2013). Artvin ilinde fasulye biyoçeşitliliği.
- Sözen, Ö., & Karadavut, U. (2020). Farklı lokasyonlarda yetiştirilen kuru fasulye genotiplerinin (*Phaseolus vulgaris* L.) bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(4), 1205-1217.

- Sözen, Ö., Özçelik, H., & Bozoğlu, H. (2014a). A Research on Some Agronomic Properties of Colored Bean. *Journal of Selcuk University Natural and Applied Science*, 3(4), 61-74.
- Sözen, Ö., Özçelik, H., & Bozoğlu, H. (2012). Batı Karadeniz Bölgesi'nden toplanan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarındaki biyoçeşitliliğin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 59-63.
- Sözen, Ö., Özçelik, H., & Bozoğlu, H. (2012). Determination of biodiversity of collected beans (*Phaseolus vulgaris* L.) populations in Western Black Sea region, Turkey. *TABAD, Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 5(1), 59-63.
- Sözen, Ö., Özçelik, H., & Bozoğlu, H. (2014b). Domestic Bean *Phaseolus vulgaris* L. Populations Collected From Middle BlackSea Region Are A Research On Biodiversity. *ADYUTAYAM Dergisi*, 2(1), 1-14.
- Sözen, Ö., Yağmur, M., & Türkmen, B. (2021). İleri Düzey Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Agro-Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 327-337.
- Sözen, Ö., Yağmur, M., Karadavut, U., Sağlam, H.D., Bardak, A., Mustafa, K., & Arzu, K. (2019). Orta kızılırmak vadisinden toplanan beyaz taneli yerel kuru fasulye genotiplerinin morfolojik varyabilitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 314-323.
- Şehirali, S. (1988). *Yemelik dane baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Thompson, M.D., Brick, M.A., McGinley, J.N., & Thompson, H.J. (2009). Chemical composition and mammary cancer inhibitory activity of dry bean. *Crop Science*, 49(1), 179-186.
- Vieira, R.F., Carneiro, J.E.S., & Lynch, J. P. (2008). Root traits of common bean genotypes used in breeding programs for disease resistance. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 43, 707-712.
- Vieira, R.F., Carneiro, J.E.S., & Lynch, J.P. (2008). Root traits of common bean genotypes used in breeding programs for disease resistance. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 43, 707-712.

- Webster, B.D., Tucker, C.L., & Lynch, S.P. (1977). A morphological study of the development of reproductive structures of *Phaseolus vulgaris* L. 1. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 102(5), 640-643.
- Wortmann, C.S. (2006). *Phaseolus vulgaris* L. (common bean): Prota 1: cereals and pulses/Céréales et légumes secs.
- Yeken, M.Z., Nadeem, M.A., Karaköy, T., Baloch, F.S., & Çiftçi, V. (2019). Determination of Turkish common bean germplasm for morpho-agronomic and mineral variations for breeding perspectives in Turkey. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22, 38-50.
- Zhang, X., Blair, M.W., Wang, S. (2008). Genetic Diversity of Chinese Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Landraces Assessed with Simple Sequence Repeat Markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 117(4): 629-640
- Zhang, Z., Coyne, D.P. and Mitra, A. (1997). "Factors affecting agrobacterium-mediated transformation of common bean", *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Vol. 122, No. 3, pp. 300-305.

BÖLÜM 2

FASULYE (*Phaseolus vulgaris* L.) ISLAHI

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY¹

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. tolgakarakoy73@hotmail.com
ORCID NO: 0000-0002-5428-1907

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. yetercilesiz_mbg@hotmail.com
ORCID NO: 0000-0002-4313-352X

GİRİŞ

İnsanlar, seçim yapmayı öğrendikleri çok eski dönemlerden bugüne ıslah yapmaya başlamıştır. Yaşadıkları bölgenin iklim ve toprak yapısına en uygun olan bitkiyi seçerek aslında farkında bile olmadan seleksiyon yoluyla ıslahı başlatmışlardır (Demir, 1990). İnsanların eski çağlardan beri ihtiyaç ve zevklerine göre bitki seçip kültüre almasının sebepleri:

- Nüfus artışına bağlı olarak, insanoğlunun ihtiyaç duyduğu besin ihtiyacını karşılayabilmek
- Elde edilen ürünün verim ve kalitesini artırabilmek
- Olumsuz çevre koşullarına ve hastalık ve zararlılarına karşı dayanıklı çeşit/anaç geliştirebilmek
- Besin değeri yüksek ve estetik görünümüne sahip bitki geliştirmek
- Raf ömrü uzun, muhafazası ve taşınması kolay bitki elde etmek
- İstenilen özelliğe veya özelliklere sahip çeşit/anaç geliştirmek

Bitki ıslahı, eski dönemlerde şansa ve insanoğlunun seçim yeteneğine bağlıydı. Fakat şimdilerde ıslah, Mendel kanunlarının keşfedilmesiyle birlikte gelişen son teknoloji sayesinde kalıtım kuralları çerçevesinde genetik prensiplere dayandırılarak yapılmaktadır (Acquaah, 2007; Demir, 1990). Son 50 yıldaki tarımsal üretimin dünya genelinde hızlı bir şekilde artması, ıslah çalışmaları ile geliştirilen çeşitler sayesinde olmuştur (Sözen ve ark., 2021). Yapılan ıslah çalışmaları ile üretim alanları genişletilmiş, melez varyeteler oluşturulmuş, genotipler hastalıklara karşı dayanıklı hale getirilmiş, bitki kalitesi artırılmış ve

makinelı hasada elverişli hale getirilmiştir (Beebe, 2012; Barabaschi, 2016).

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), çoğunlukla Afrika, Amerika ve Asya'nın birçok gelişmekte olan ülkesinde yetiştirilen yemeklik tane baklagillerden biridir. Yetersiz beslenmeye karşı özellikle az gelişmiş ülkelerdeki insanların gıda güvenliğini artırmak için önemli bir ürün olarak kabul edilmektedir. Tarihsel olarak 1930'lu yıllardan beri fasulye ıslahı devlet kurumları ile koordineli olarak ve geleneksel yöntemler izlenerek uluslararası programlar tarafından yürütülmektedir. Bu alışmalar neticesinde son yıllarda başarılı çeşitler geliştirilmiştir. Fakat, mevcut iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ve fasulye yetiştiriciliğinde modern teknolojilerin yeterli düzeyde kullanılmıyor olması fasulye verimini olumsuz yönde etkilemiştir. Muhtemelen, önümüzdeki dönemlerde karşılaşılacak zorluklarla sadece klasik ıslah yöntemleri kullanarak baş edilemeyecektir (Bitocchi ve ark., 2013; Schmutz ve ark., 2014; Ariani ve ark., 2016).

Bitkiler, doğaları gereği yaşam döngüleri boyunca büyüme ve gelişimlerini olumsuz yönde etkileyecek birçok stres faktörüne maruz kalmaktadırlar (Levitt, 1972). Biyotik (bakteri, fungus ve virüs) ve abiyotik (radyasyon, sıcaklık, su, kimyasallar, elektriksel ve manyetik alanlar) kökenli olabilen bu stres faktörleri bitkilerde fizyolojik ve biyokimyasal zararlar oluşturup, büyüme ve gelişimi olumsuz etkileyerek ileri evrede bitkinin ölmesine sebep olmaktadır (Lichtenhaler, 1996; Boyer, 1982). Bitkiler aktif hareket edebilen canlılar olmadığı için, stres koşullarından fiziksel olarak kaçınma gibi

bir şansları yoktur. Bunun yerine stres koşullarının zararlı etkilerini azaltmak veya engelleyebilmek için moleküler savunma mekanizmaları vardır (Van Velthuisen, 2007; Rao ve ark., 2006). Bitkiler, tolerans ve adaptasyon yeteneğine göre çevresel faktörlerden farklı oranlarda etkilenmektedir. Yaşamları boyunca bitkilerin doğada birçok stres faktörü ile karşılaştıkları düşünüldüğünde stresle ilişkili mekanizmaların aydınlatılması ve modern ıslah teknikleri kullanılarak stres koşullarına karşı toleranslı tür ve çeşitlerin geliştirilmesi oldukça önemlidir (Dubey ve ark., 1994; Boscaiu ve ark., 2008; Hasegawa ve ark., 2000). Bu nedenle, çeşitli biyotik ve abiyotik streslere karşı dirençli yeni çeşitler geliştirebilmek için yeni modern teknikler ve yaklaşımlar yakından takip edilerek uygulamaya geçirilmelidir.

Yeni nesil ıslah yöntemleri, klasik ıslah yöntemlerinin çözemediği birçok sorunu ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir. Ancak mevcut teknolojilerin bazı dezavantajları bulunmakta olup bunların büyük bir kısmını ilerleyen yıllarda ortadan kaldırabilecek nitelikte etkin bilimsel çalışmalar yapılmaktadır (Wang ve ark., 2003; Vinocur ve ark., 2005). Yeni nesil bitki ıslah yöntemleri, dışarıdan gen transferi yaparak organizmanın genom yapısını değiştirmesinin dışında, istenilen özelliği ifade eden genomik bölgenin de elde tutulmasına yönelik çalışmalardır (Zhu, 2000). Yeni nesil ıslah yöntemlerinin klasik ıslah yöntemleri ile birlikte kullanılması, tarımsal üretimde verim ve verimi etkileyen özelliklerin iyileştirilmesine büyük oranda katkı sağlayacaktır (Sözen ve ark., 2014).

Uluslararası ıslah programlarının ilk aşaması, uluslararası bir merkezin kurulması ve alanında uzman araştırmacıların bu merkezde toplanmasıdır. İkinci aşama ise ıslah çalışmaları kapsamında geliştirilen yeni çeşitlerin piyasaya sürülmeden önce, farklı çevre koşulları altında değerlendirilmek ve verim denemeleri yapılmak üzere hedef ülkelerdeki tarımsal araştırma enstitüleri tarafından kontrol denemelerinin kurulmasıdır (Sözen ve ark., 2012; Nadeem ve ark., 2020a).

Yetiştirildiği bölgeye uyum sağlamış, kalite ve verimi yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesinde ve ürün miktarının artırılmasında modern ıslah programları planlanırken, moleküler markerlar, doku kültürü ve ıslah verimliliğini artırabilecek genetik mühendisliğindeki mevcut agro-biyoteknoloji ilerlemeler dikkate alınmalıdır (Nadeem ve ark., 2020b; Sözen ve ark., 2019). Bunun yanında verimi düşük fasulye genotiplerini güçlendirebilmek için var olan genetik kaynakların korunması ve kullanılması oldukça önemlidir. Yeni çeşitler geliştirilmesi noktasında tohum bankaları ilerleyen süreçlerde önemli rol oynayacaktır (Jiménez, 2014; Kumar ve ark., 2011; Mukeshimana ve ark., 2013).

Araştırmacıların önümüzdeki yıllar için öngördükleri iklim değişikliğine yönelik alınacak önlemlerden biri, tarımsal ürünlerin olumsuz koşullara karşı dayanıklılık stratejilerinin oluşturulmasıdır (Gujaria-Verma ve ark., 2016). Modern ıslah uygulamalarının benimsenmesiyle bağlantılı olarak fasulye bitkisi dahil olmak üzere temel mahsullerin genetik olarak iyileştirilmesi, küresel kıtlığın önüne

geçilebilmesi bakımından hayati önem taşımaktadır (Hanai ve ark., 2010; Kelly ve ark., 2003).

ISLAH YÖNTEMLERİ

Fasulye bitkisi %99 oranında kendine döllen bir bitkidir. Kendine dölenen bitkilere uygulanan ıslah yöntemleri; Seleksiyon, melezleme ve introdüksiyon (tohumluk getirme) şeklindedir.

Seleksiyon: İstenilen özelliğe sahip bitki çeşidini karışık bir popülasyondan seçip ayırma işlemidir. Seleksiyon işleminde amaç, popülasyon içindeki üstün özelliklere sahip bitkileri seçmek ve ilerleyen süreçlerde oluşacak kuşaklarda bu özelliği devam ettirerek, popülasyonun kalitesini arttırmaktır (Christensen ve ark., 2013).

Melezleme: Tohum elde edilecek ana bitkinin anterleri uzaklaştırıldıktan sonra, polen kaynağı olan baba bitkinin polenlerinin ana bitkiye aktarılması işlemidir. Melezleme sonucunda oluşan heterezigot bitkiler F1 sembolü ile gösterilmekte ve birinci döl kuşağını oluşturmaktadır. Fasulye, kendine dölenen bir bitki olduğu için, sonraki kuşaklar F2, F3, F4 sembolü ile melezlemede kullanılan anaçlar ise P1 ve P2 sembolleri ile gösterilmektedir. Kendine dölenen bitki grubunda bulunan fasulyede melezleme yapılmasının amacı, iki veya daha fazla genotipte bulunan istenilen özelliğe ait genleri tek bir genotipte toplamaktır. Örneğin bazı melezleme programlarında amaç fasulyede erkencilik olabilmektedir (Beaver ve Osorno, 2009; Blair ve ark., 2007).

İntrodüksiyon (Tohumluk Getirme): Amaç, ıslahçının istediği özelliklere sahip genotiplerin ya da üstün verime sahip dayanıklı çeşitlerin yurtdışından getirilip istenilen bölgede kültüre alınmasıdır. Yurtdışından ıslah amacıyla getirilen genotipler, genitör olarak kullanılabilir. Üretim amacıyla getirilen genotipler ise, önce uyum denemelerine tabi tutulmakta, olumlu cevap veren çeşitlerle üretime geçilmektedir. İntrodüksiyonla ülkeye giren genotiplerden hastalık ve zararlı taşınmasının önüne geçebilmek için ülkeye girişlerde karantina kontrolü yapılmalıdır. İntrodüksiyonla toplanan gen kaynaklarını korunmaya almak için farklı ülkelerde birçok organizasyon kuruluşu bulunmaktadır (Rocha ve ark., 2012; Souza ve ark., 2014).

Moleküler İslah: Ekonomik açıdan önemli bitkilerin moleküler ıslahı, son on yılda büyük önem kazanmıştır. Fasulye, son yıllarda daha az çaba ve kaynak uygulanmış bir ürün olmasına rağmen, birkaç araştırma grubu önemli keşifler yapmıştır (Bassi ve ark., 2017; Blair ve ark., 2011). Moleküler düzeyde yapılan çalışmalarda, fasulye genotiplerinin akrabalık düzeylerinin genom çapında haritalandırılması, hangi gen havuzuna ait olduğunun belirlenmesi ve hastalıklara karşı dayanıklılığının ölçülmesi amacıyla RAPD, MAS, SSR, RFLP, ISSR, AFLP, SCAR, SRAP, POGP, cpSSR ve SNP yöntemleri kullanılmıştır (Acquaah 2007; Varshney ve ark., 2005). Bu çalışmalar sonucunda fasulye genotiplerinin And dağları ve Orta Amerika gen havuzuna ait olduğu tespit edilmiştir. Bugün, fasulye için gen dizilerinden türetilen 2000'den fazla önemli SSR belirteci mevcuttur (Müller ve ark., 2014).

Bunun yanında fasulyede tohum rengi ve tohum şeklini kontrol eden genleri içeren ilk bağlantı haritaları oluşturulmuştur. Diğer baklagiller ile karşılaştırıldığında, fasulye için MAS (marker destekli seleksiyon) kullanımı çok sayıda genotipin taranmasıyla ilişkili yüksek maliyetler nedeniyle sınırlı kalmıştır. MAS'ı gerçekleştirmek için moleküler markerlara ve moleküler genetik bağlantı haritalarına ihtiyaç vardır. Çalışmaların çoğu mantar, bakteri ve virüs hastalıklarına karşı dayanıklılığı artırmaya odaklanmıştır (Cortes ve ark., 2011; Ferreira ve ark., 2010; Galeano ve ark., 2011).

İstenilen özelliklere sahip hedef varyantların doğal koşullarda gen kaynakları arasında bulunamaması durumunda, türler arası hibridizasyon ve mutajenez ile önemli alellerin ıslah hatlarına dahil edilmesi sağlanabilmektedir. Aynı şekilde, fasulye ile ilgili genomik çalışmalar ilerlediği sürece, biyotik ve abiyotik stres koşullarının üretim üzerindeki olumsuz etkilerine karşı koymanın yeni yolları keşfedilebilecek ve bitkinin stres koşullarına verdiği yanıtın genetik ifadenme süreçleri daha iyi anlaşılacaktır (Oliveira ve ark., 2005; Yu ve ark., 2000). Klasik ıslah, iklim değişikliğinin etkilerine maruz kalan ekim sistemlerine odaklanarak, modern ıslah yöntemlerini benimseyerek ve aynı zamanda değerli genetik çeşitliliğin korunmasını da göz önünde bulundurarak önümüzdeki yıllarda güçlendirilmelidir (Song ve ark., 2015; Valdisser ve ark., 2017; Vidak ark., 2017).

Biyotik stres

Farklı fasulye hastalıkları ile ilgili önemli verim kayıplarına neden olan 200'den fazla bakteri, virüs, mantar ve bitki paraziti nematodları tespit

edilmiştir. Tropik bölgelerde keşfedilen bazı önemli fasulye hastalıkları; köşeli yaprak lekesi (ALS), antraknoz (ANT), yaygın bakteri yanıklığı (CBB), fasulye altın mozaik virüsü (BGMV) ve fasulye yaygın mozaik virüsü (BCMV) olarak belirlenmiştir. (Beebe ve Corrales, 1991; Duc ve ark., 2015; Miklas ve ark., 2006). Ilıman bölgelerde fasulyede görülen en yaygın hastalıklar CBB, halo yanıklığı, pas ve beyaz kültür (Duc ve ark., 2015). Modern ıslah çalışmaları ile çeşitli hastalıklara dayanıklı çeşit geliştirilmesinde önemli ilerleme kaydedilmiştir.

Kelly ve Miklas (1998), 15 farklı dayanıklılık geniyle ilişkili 23 RAPD markerı ve 5 SCAR markerı tanımlamıştır. Benzer şekilde, Miklas ve ark. (2006), antraknoz, köşeli yaprak lekesi, yaygın bakteri yanıklığı, halo bakteri yanıklığı, fasulye altın sarısı mozaik virüsü, kök çürükleri, pas ve beyaz küfe karşı dayanıklı çeşitleri ıslah etmek amacıyla markera dayalı seleksiyon (MAS) çalışmaları yapmıştır. Kelly ve Vallejo (2004), yaptıkları ıslah çalışmalarında antraknoza karşı dayanıklılığı ifade eden gen bölgesine ait moleküler markerları MAS yöntemi ile özetlemeye çalışmışlardır.

Abiyotik stres

Sıcaklık ve kuraklık stresleri, mevcut ve gelecekte öngörülen koşullar altında fasulye üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Beebe ve ark., 2011; Beebe, 2012; Ramírez-Cabral ve ark., 2016; Rodriguez ve Creamer, 2014). Bu senaryolara bağlı olarak, fasulyenin temel gıda kaynağı olarak kullanıldığı ülkelerde, olumsuz iklim koşulları nedeniyle ekim alanlarının azalacağı ve

beslenmesi bu baklagillere bağlı olan milyonlarca insanın gıda güvenliğinin tehlikeye gireceği tahmin edilmektedir. (Wortmann ve ark., 1998). Sıcaklık ve kuraklık stresine karşı bitkinin göstereceği davranışın kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına ihtiyaç vardır. Örneğin, ısı ve kuraklık streslerine maruz kalan fasulye genotiplerinin kullanıldığı arazi denemelerinde, Farquhar-Ball-Collatz modelinin (FBC modeli), Goudriaan ve van Laar modeline (GvL modeli) kıyasla daha güvenilir olduğu tespit edilmiştir (Seidel ve ark., 2016). Stres koşulları altında bitki seçimi yapmak için tasarlanan çalışmalara faydalı bilgiler sağlamak adına daha fazla model geliştirilmesi, kalibre edilmesi ve doğrulanması gerekmektedir (Gonzalez ve ark., 2017; Goretti ve ark., 2013).

Kuraklık stresi

Abiyotik stres faktörleri, çoğu tropikal ülkelerdeki fasulye verimliliğini sınırlandıran nedenlerin başında gelmektedir (Rao, 2014). Orta Amerika ve Güney Afrika'daki fasulye yetiştiriciliği yapılan alanların yaklaşık %60'ı periyodik olarak kuraklık stresine maruz kalmaktadır (Assefa ve ark., 2013; Ambachew ve ark., 2015; Darkwa ve ark., 2016). Fasulyede kuraklığa dayanımla ilişkili temel özellikler, kök boyutu, kök derinliği, kökten su iletkenliği ve su alma kapasitesidir (Beebe ve ark., 2013; Rao ve ark., 2017).

Yetiştiriciler ve fizyologlar, özellikle kurak koşullar altındaki su alma kapasitesi, şişme indeksi, şişme kapasitesi gibi özelliklerin iyileştirilmesi üzerine yoğunlaşmışlardır (Beebe ve ark., 2013; Beebe ve ark., 2008). Afrika'da kuraklığa dayanıklı birkaç hat tanımlanmıştır

(Asfaw ve ark., 2012; Mukeshimana ve ark., 2014). Kuraklığa karşı dayanıklılığı arttırmak için RAPD markörleri kullanarak yapılan bir çalışmada, kuraklık altında %11, normal koşullarda %8 oranında verim artırılmıştır (Schneider ve ark., 1997).

Su kıtlığı, büyüme ve gelişme evreleri boyunca en az 300-500 mm yağışa ihtiyaç duyan fasulye için bir stres durumu oluşturmaktadır (Allen ve ark., 1989; White ve ark., 1995). Bu durumun tersi olarak hasat öncesine, hasat zamanına veya kurutma dönemlerine denk gelen mevsim dışı yağışlar; mantar ve bakteriyel enfeksiyonların oluşmasına ortam hazırlayarak önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Polania ve ark., 2016; Rao ve ark., 2013). Isı stresinin (33 °C gündüz ve 30 °C gece) fasulyede tohum sayısını %83, bakla sayısını %63, ortalama tohum ağırlığını %47 ve bakla başına tohum sayısını %73 oranında azaltabileceği tahmin edilmektedir (Rainey ve Griffiths, 2005).

Isı stresi

Yüksek sıcaklık stresi (gündüz 30 °C'den yüksek ve/veya gece 20 °C'den fazla), verim ve kalitede önemli düşümlere neden olarak fasulye üretimini büyük oranda kısıtlamaktadır (Rainey ve Griffiths, 2005; De Ron ve ark., 2016). Yüksek sıcaklıklarda karşılaşılan en büyük problem polenin canlılığını koruyamaması ve dolayısıyla bitkinin çiçek üretememesi sonucu tohum sayısının azalması ve tohum kalitesinin düşmesidir. Araştırmacılar, çeşitli gen havuzlarından yüksek sıcaklığa dayanıklı fasulye genotiplerini tanımlayabilmişlerdir (Porch ve Jahn, 2001; Porch, 2006; Porch ve ark., 2013). Yüksek sıcaklıklara karşı dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi küresel iklim değişikliğinin

doğurduğu tehditlere karşı verimin korunmasını sağlayacaktır (Porch ve ark., 2013; Gaur ve ark., 2015).

Fasulye, sezon başlarında üretimi sınırlandırabilecek düşük sıcaklıklara karşı oldukça duyarlıdır. Bazı fasulye genotiplerinin düşük sıcaklıklara karşı gösterdiği tolerans farklılıkları Dickson ve Boettger (1984) tarafından rapor edilmiştir. Fasulyenin kotiledon yapraklarını oluşturduğu ilk büyüme evresi, donma sıcaklıklarına karşı en duyarlı olduğu aşamadır (Meyer ve Badaruddin, 2001). – 3.25 °C sıcaklıklarda %50 oranında bitki ölümü gerçekleşeceği tahmin edilmektedir (Souter ve ark., 2017). Rodino ve ark. (2007) yedi adet *P. coccineus* çeşidinin düşük sıcaklıklarda gelişebildiğini, türler arası hibridizasyon uygulamalarında soğuğa dayanıklı gen kaynağı olarak kullanılabileceğini bildirmiştir.

Çiçeklenme öncesi dokuz günden fazla ısı stresine (33 °C gündüz ve 27 °C gece) maruz kalan ısıya duyarlı çeşitlerde, anterin polen tanelerinde, tohum oluşumunu ve tohum verimini azaltan anormallikler oluşmaktadır (Gross ve Kigel, 1994; Porch ve Jahn, 2001). Kuraklık ve ısı stresine aynı anda maruz kalan fasulye bitkisinde büyük oranda ürün ve verim kaybı yaşanmaktadır. Ayrıca artan sıcaklıklar, yüksek CO₂ seviyeleri ve yağış rejiminin değişmesi, patojen ve zararlı popülasyon dinamiklerinde varyasyon oluşmasına, zararlı ve hastalık popülasyonları arasındaki etkileşimin artmasına neden olmaktadır (Jones, 2016). Doğal ekosistem bu durumdan büyük oranda zarar gördüğü için bitki koruma teknolojilerinin etkinliğinde değişiklikler

yaşanmaktadır (Macedo ve ark., 2017; Reddy, 2013; Sharma ve ark., 2010; Taylor ve ark., 2018; Jones, 2016).

FASULYE ISLAH ÇALIŞMALARINA GENEL YAKLAŞIM

Büyük bir genetik çeşitliliğe sahip *Phaseolus* türleri arasında moleküler düzeyde hala keşfedilmeyi bekleyen birçok özellik vardır (Nadeem ve ark., 2021; Kan ve ark., 2019). Bu bağlamda fasulye gen kaynakları, son on yılın iklim olayları göz önüne alındığında, olumsuz biyotik ve abiyotik koşullar altında gelişen popülasyonlarda bulunan yeni alellerin keşfi için oldukça önemlidir (Chen ve ark., 2017; Cordoba ve ark., 2010). Fasulye ıslah çalışmalarında, gen kaynakları taranmalı ve seleksiyon sürecinde modern biyoteknoloji kullanılmalıdır. Bu yaklaşım ekonomik yetersizliklerden dolayı önceki dönemlerde çok benimsenememiş olsa da, bugün gelişen son teknoloji ile maliyetler önemli ölçüde azaltılmış ve fasulye yetiştiricileri için yeni olanaklar sunulmuştur (Barabaschi ve ark., 2016).

Önümüzdeki yıllarda dünya nüfusunun hızla artmaya devam edeceği ve iklim değişikliğinin gıda üretimini daha karmaşık hale getirerek birçok ülkede gıda güvensizliğine neden olacağı tahmin edilmektedir (Porter ve ark., 2014; Jones ve Barbetti, 2012). 1930'lu yıllardan günümüze kadar süren fasulye ıslah faaliyetlerinin verimin artmasına, biyotik ve abiyotik streslere karşı dayanıklı çeşit geliştirilmesine önemli katkıları olmuştur (Basset, 1991; Briñez ve ark., 2017). Islah tarihi ve başarıları gözden geçirildiğinde, kısa sürede iddialı hedeflere ulaşmak için gelecekteki ıslah projelerinin güçlendirilmesi gerektiği bilinen bir gerçektir (Galeano ve ark., 2011; Yuste-Lisbona ve ark., 2012).

İklim değişikliğinin dünya genelinde fasulye üretimi üzerine nasıl bir etki yaratacağını tam anlamıyla tahmin etmek zordur. Fakat kıtaların yağış oranlarında artış veya azalma yaşanmasıyla birlikte sıcaklıkların küresel ölçekte artacağı bilinen bir gerçektir. Bu nedenle her ülke, iklim değişikliğinin doğuracağı etkileri dikkatli bir şekilde analiz etmeli ve buna uygun önlemler almalıdır (Field ve Barros, 2014; Song ve ark., 2015).

Son olarak, yeni bir çeşidin piyasaya sürülmesinin yanı sıra, fasulye üretimini olumlu yönde etkileyecek yüksek kaliteli tohumların kullanımı ve ürün yönetimi için doğru uygulamaların benimsenmesi bakımından yetiştirici teşvik edilmelidir (Munns, 2002; Karataş ve ark., 2017; Sözen ve ark., 2021).

KAYNAKLAR

- Acquaah, G. (2007). Principles of plant genetics and breeding, 1st edn. Wiley, London
- Allen, D.J., Dessert, M., Trutmann, T., Voss, J. (1989). Common beans in Africa and their constraints. In: Schwartz HF, Pastor-Corrales MA (eds) Bean production problems in the tropics, 2nd edn. CIAT, Cali, pp 9–31
- Ambachew, D., Mekbib, F., Asfaw, A., Beebe, S.E., Blair, M.W. (2015). Trait relations in common bean genotypes grown under managed-stress for drought and field infestation of bean fly. *The Crop Journal* 3:305–316
- Ariani, A., Teran, Y., Berny, J.C., Gepts, P. (2016). Genome-wide identification of SNPs and copy number variation in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using genotyping-bysequencing (GBS). *Mol Breed* 36:87
- Asfaw, A., Blair, M.W., Struik, P.C. (2012). Multienvironment quantitative trait loci analysis for photosynthate acquisition, accumulation, and remobilization traits in common bean under drought stress. *G3* 2:579–595
- Assefa, T., Beebe, S.E., Rao, I.M., Cuasquer, J.B., Duque, E., Myriam, C., Rivera, M., Battisti, A., Lucchin, M. (2013). Pod harvest index as a selection criterion to improve drought resistance in white pea bean. *Field Crop Res* 148:24–33
- Barabaschi, D., Tondelli, A., Desiderio, F. et. al. (2016). Next generation breeding. *Plant Sci* 242:3–13
- Basset, M.J. (1991). A revised linkage map of common bean. *HortSci* 26:834–836
- Bassi, D., Briñez, B., Rosa, J.S. et. al. (2017). Linkage and mapping of quantitative trait loci associated with angular leaf spot and powdery mildew resistance in common beans. *Genet Mol Biol* 40:109–122
- Beaver, J., Osorno, J.M. (2009). Achievements and limitations of contemporary common bean breeding using conventional and molecular approaches. *Euphytica* 168:145–175
- Beebe, S. (2012). Common bean breeding in the tropics. In: Janick J (ed) *Plant breeding reviews*, vol 36, 1st edn. Wiley-Blackwell, Hoboken, pp 357–426

- Beebe, S., Ramirez, J., Jarvis, A., Rao, I.M., Mosquera, G., Bueno, J.M., & Blair, M.W. (2011). Genetic improvement of common beans and the challenges of climate change. *Crop adaptation to climate change*, 356-369.
- Beebe, S.E. (2012) Common bean breeding in the tropics. *Plant Breed Rev* 36:357–426
- Beebe, S.E., Corrales, M. (1991). Breeding for disease resistance. In: Schoonhoven A, Voysest O (eds) *Common beans: research for crop improvement*. CAB Int, CIAT, Cali Wallingford, pp 561–610
- Beebe, S.E., Rao, I.M., Blair, M.W., Acosta-Gallegos, J.A. (2013). Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Front Physiol* doi 4. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00035>
- Beebe, S.E., Rao, I.M., Cajiao, C., Grajales, M. (2008). Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. *Crop Sci* 48:582–592. <https://doi.org/10.2135/cropsci2007.07.0404>
- Bitocchi, E., Bellucci, E., Giardini, A., Rau, D., Rodriguez, M., Biagetti, E., ... & Papa, R. (2013). Molecular analysis of the parallel domestication of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) in Mesoamerica and the Andes. *New Phytologist*, 197(1), 300-313.
- Blair, M.W., Fregene, M.A., Beebe, S.E., Ceballos, H. (2007). Marker-assisted selection in common beans and cassava. In: Guimarães E, Ruane J, Scherf B et al (eds) *Marker-assisted selection – current status and future perspectives in crops, livestock, forestry and fish*. FAO, Rome, pp 81–164
- Blair, M.W., Hurtado, N., Chavarro, C.M., Muñoz-Torres, M.C., Giraldo, M. C., Pedraza, F., ... & Wing, R. (2011). Gene-based SSR markers for common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) derived from root and leaf tissue ESTs: an integration of the BMC series. *BMC Plant Biology*, 11(1), 1-10.
- Boscaiu, M., Lull, C., Lidon, A., Bautista, I., Donat, P., Mayoral, O., & Vicente, O. (2008). Plant responses to abiotic stress in their natural habitats. *Bull UASVM Hortic*, 65(1), 53-58.
- Boyer, J.S. (1982). Plant productivity and environment. *Science*, 218(4571), 443-448.

- Briñez, B., Perseguini, J.M.K.C., Rosa, J.S., Bassi, D., Gonçalves, J.G.R., Almeida, C., ... & Benchimol-Reis, L.L. (2017). Mapping QTLs for drought tolerance in a SEA 5 x AND 277 common bean cross with SSRs and SNP markers. *Genetics and Molecular Biology*, 40, 813-823.
- Chen, M., Wu, J., Wang, L., Mantri, N., Zhang, X., Zhu, Z., & Wang, S. (2017). Mapping and genetic structure analysis of the anthracnose resistance locus Co-1HY in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *PLoS One*, 12(1), e0169954.
- Christensen, J.H., Kanikicharla, K.K., Aldrian, E., An, S.I., Cavalcanti, I.F. A., de Castro, M., ... & Zou, L. (2013). Climate phenomena and their relevance for future regional climate change. In *Climate change 2013 the physical science basis: Working group I contribution to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 1217-1308). Cambridge University Press.
- Córdoba, J.M., Chavarro, C., Schlueter, J.A., Jackson, S.A., & Blair, M.W. (2010). Integration of physical and genetic maps of common bean through BAC-derived microsatellite markers. *BMC genomics*, 11(1), 1-10.
- Cortes, A.J., Chavarro, M.C., Blair, M.W. (2011). SNP marker diversity in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Theor Appl Genet* 123:827–845
- Darkwa, K., Ambachew, D., Mohammed, H., Asfaw, A., Blair, M.W. (2016). Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes for drought stress adaptation in Ethiopia. *Crop J* 4: 367–376
- De Oliveira, E.J., Alzate-Marin, A.L., Borem, A., de Azeredo Fagundes, S., De Barros, E.G., & Moreira, M.A. (2005). Molecular marker-assisted selection for development of common bean lines resistant to angular leaf spot. *Plant breeding*, 124(6), 572-575.
- De Ron, A.M., Rodiño, A.P., Santalla, M., González, A.M., Lema, M.J., Martín, I., & Kigel, J. (2016). Seedling emergence and phenotypic response of common bean germplasm to different temperatures under controlled conditions and in open field. *Frontiers in plant science*, 7, 1087.

- Demir, İ. (1990). Genel Bitki Islahı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:496. ISBN:975-483-050-9
- Dickson, M.H., Boettger, M.A. (1984). Emergences, growth, and blossoming of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) at suboptimal temperatures. J Am Soc Hortic Sci 109:257–260
- Dubey, R.S. (1994). Handbook of Plant and Crop Stress. New York: Marcel Dekker, 227.
- Duc, G., Agrama, H., Bao, S., Berger, J., Bourion, V., De Ron, A.M., ... & Zong, X. (2015). Breeding annual grain legumes for sustainable agriculture: new methods to approach complex traits and target new cultivar ideotypes. Critical reviews in plant sciences, 34(1-3), 381-411.
- Ferreira, L.G., Buso, G.S.C., Brondani, R.P.V., Brondani, C., Melo, L.C., Del Peloso, M.J., ... & Carneiro, M.S. (2010). Genetic map of the common bean using a breeding population derived from the Mesoamerican gene pool.
- Field, C.B., & Barros, V.R. (Eds.). (2014). Climate change 2014–Impacts, adaptation and vulnerability: Regional aspects. Cambridge University Press.
- Galeano, C.H., Fernandez, A.C., Franco-Herrera, N., Cichy, K.A., McClean, P. E., Vanderleyden, J., & Blair, M.W. (2011). Saturation of an intra-gene pool linkage map: towards a unified consensus linkage map for fine mapping and synteny analysis in common bean. PLoS One, 6(12), e28135.
- Gaur, P.M., Samineni, S., Krishnamurthy, L., Kumar, S., Ghanem, M.E., Beebe, S., Rao, I., Chaturvedi, S.K., Basu, P.S., Nayyar, H., Jayalakshmi, V., Babbar, A., Varshney, R.K. (2015). High temperature tolerance in grain legumes. Legume Perspectives 7: 23–24
- González, A.M., Yuste-Lisbona, F.J., Fernández-Lozano, A., Lozano, R., & Santalla, M. (2017). Genetic mapping and QTL analysis in common bean. In The Common Bean Genome (pp. 69-107). Springer, Cham.
- Goretti, D., Bitocchi, E., Bellucci, E., Rodriguez, M., Rau, D., Gioia, T., ... & Papa, R. (2014). Development of single nucleotide polymorphisms in *Phaseolus vulgaris* and related *Phaseolus* spp. Molecular breeding, 33(3), 531-544.

- Gross, Y., Kigel, J. (1994). Differential sensitivity to high temperature of stages in the reproductive development of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Field Crops Res* 36:201–212
- Gujaria-Verma, N., Ramsay, L., Sharpe, A.G., Sanderson, L.A., Debouck, D. G., Tar'an, B., & Bett, K.E. (2016). Gene-based SNP discovery in tepary bean (*Phaseolus acutifolius*) and common bean (*P. vulgaris*) for diversity analysis and comparative mapping. *BMC genomics*, 17(1), 1-16.
- Hanai, L.R., Santini, L., Camargo, L.E.A., Fungaro, M.H.P., Gepts, P., Tsai, S.M., & Vieira, M.L.C. (2010). Extension of the core map of common bean with EST-SSR, RGA, AFLP, and putative functional markers. *Molecular Breeding*, 25(1), 25-45.
- Hasegawa, P.M., Bressan, R.A., Zhu, J.K., Bohnert, H.J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 51: 463-99.
- Jiménez, O.R. (2014). Genetic improvement of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) using local germplasm assisted by molecular markers. University of Helsinki, Helsinki, PhD thesis
- Jones, R.A.C. (2016). Future scenarios for plant virus pathogens as climate change progresses. In: Kielian M, Maramorosch K, Mettenleiter TC (eds) *Advances in virus research*, vol 95. Elsevier, London, pp 88–140
- Jones, R.A.C., Barbetti, M.J. (2012). Influence of climate change on plant disease infections and epidemics caused by viruses and bacteria. *CAB Rev* 7
- Kan, M., Kan, A., Sözen, Ö., Karadavut, U., & Yağmur, M. (2019). Evaluation of The Farms Producing Dry Bean Landraces By Capital Approach in The Middle Kızılırmak Valley of Turkey–CORRIGENDUM. *Plant Genetic Resources*, 17(5), 469-469.
- Karataş, A., Büyükdinç, D. T., İpek, A., Yağcıoğlu, M., Sönmez, K., & Ellialtıoğlu, Ş.Ş. (2017). Türkiye’de fasulyede yapılan morfolojik ve moleküler karakterizasyon çalışmaları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10(1), 16-27.

- Kelly, J., Gepts, P., Miklas, P., Coyne, D. (2003). Tagging and mapping of genes and QTL and molecular marker-assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea. *Field Crops Res* 82:135–154
- Kelly, J.D., Miklas, P.N. (1998). The role of RAPD markers in breeding for disease resistance in common bean. *Mol Breed* 4:1–11
- Kelly, J.D., Vallejo, V.A. (2004). A comprehensive review of the major genes conditioning resistance to anthracnose in common bean. *Hort Sci* 39:1196–1207
- Kumar, J., Choudhary, A.K., Solanki, R.K., Pratap, A. (2011). Towards marker-assisted selection in pulses: a review. *Plant Breed* 130:297–313
- Levitt, J. (1972). *Responses of plants to environmental Stresses*. New York, London: Academic Press, 697.
- Lichtenhaler, H.K. (1996). Vegetation stress: An introduction to the stress concept in plants. *J Plant Physiol*, 148: 4-14.
- Macedo, R., Sales, L. P., Yoshida, F., Silva-Abud, L.L., & Lobo, M. (2017). Potential worldwide distribution of Fusarium dry root rot in common beans based on the optimal environment for disease occurrence. *PloS one*, 12(11), e0187770.
- Meyer, D.W., Badaruddin, M. (2001). Frost tolerance of ten seedling legume species at four growth stages. *Crop Sci* 41:1838– 1842. <https://doi.org/10.2135/cropsci2001.1838>
- Miklas, P.N., Kelly, J.D., Beebe, S.E., Blair, M.W. (2006). Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding. *Euphytica* 147:105–131
- Mukeshimana, G., Butare, L., Cregan, P.B., Blair, M.W., Kelly, J.D. (2014). Quantitative trait loci associated with drought tolerance in common bean. *Crop Sci* 54:923–938. <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.06.0427>
- Mukeshimana, G., Ma, Y., Walworth, A. E., Song, G. Q., & Kelly, J. D. (2013). Factors influencing regeneration and *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Biotechnology Reports*, 7(1), 59-70.

- Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell Environ*, 25: 239-50.
- Müller, B.S.D.F., Sakamoto, T., Menezes, I.P.P.D., Prado, G.S., Martins, W. S., Brondani, C., ... & Vianello, R.P. (2014). Analysis of BAC-end sequences in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) towards the development and characterization of long motifs SSRs. *Plant molecular biology*, 86(4), 455-470.
- Nadeem, M.A., Çilesiz, Y., Ali, F., Baloch, F. S., & Karaköy, T. (2020a). Investigation of quality and cooking traits diversity in a global common bean germplasm. *Global Journal of Botanical Science*, 8, 21-29.
- Nadeem, M.A., Karaköy, T., Yeken, M.Z., Habyarimana, E., Hatipoğlu, R., Çiftçi, V., ... & Baloch, F. S. (2020b). Phenotypic characterization of 183 Turkish common bean accessions for agronomic, trading, and consumer-preferred plant characteristics for breeding purposes. *Agronomy*, 10(2), 272.
- Nadeem, M.A., Yeken, M.Z., Shahid, M. Q., Habyarimana, E., Yılmaz, H., Alsaleh, A., ... & Baloch, F.S. (2021). Common bean as a potential crop for future food security: an overview of past, current and future contributions in genomics, transcriptomics, transgenics and proteomics. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 35(1), 759-787.
- Polania, J., Rao, I.M., Cajiao, C., Rivera, M., Raatz, B., Beebe, S. (2016). Physiological traits associated with drought resistance in Andean and Mesoamerican genotypes of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Euphytica* 210:17–29. <https://doi.org/10.1007/s10681-016-1691-5>
- Porch, T.G. (2006). Application of stress indices for heat tolerance screening of common bean. *Journal of Agron Crop Sci* 192: 390–394
- Porch, T.G., Beaver, J.S., Debouck, D.G., Jackson, S.A., Kelly, J.D., Dempewolf, H. (2013). Use of wild relatives and closely related species to adapt common bean to climate change. *Agronomy* 3(2):433–461
- Porch, T.G., Jahn, M. (2001). Effects of high-temperature stress on microsporogenesis in heat-sensitive and heat-tolerant genotypes of *Phaseolus vulgaris*. *Plant Cell Env* 24:723–731. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3040.2001.00716.x>

- Porter, J.R., Xie, L., Challinor, A.J., Cochrane, K., Howden, S.M., Iqbal, M. M., ... & Travasso, M.I. (2014). Food security and food production systems.
- Rainey, K.M., Griffiths, P.D. (2005). Differential response of common bean genotypes to high temperature. *J Am Soc Hortic Sci* 130:18–23
- Rainey, K.M., Griffiths, P.D. (2005). Differential response of common bean genotypes to high temperature. *J Amer Soc Hort Sci* 130:18–23
- Ramírez-Cabral, N.Y.Z., Kumar, L., Taylor, S. (2016). Crop niche modeling projects major shifts in common bean growing areas. *Agric For Meteorol* 218–219:102–113
- Rao, I.M. (2014). Advances in improving adaptation of common bean and *Brachiaria* forage grasses to abiotic stress in the tropics. In: Pessaraki M (ed) *Handbook of plant and crop physiology*. FL pp, Boca Raton, pp 847–889
- Rao, I.M., Beebe, S.E., Polani, J., Ricaurte, J., Cajiao, C., Garcia, R.M. (2013). Can tepary bean be a model for improvement of drought resistance in common bean. *Afr Crop Sci J* 85: 203–211
- Rao, I.M., Beebe, S.E., Polania, J., Grajales, M., Cajiao, C, Ricaurte, J., Garcia, R., Rivera, M. (2017). Evidence for genotypic differences among elite lines of common bean in their ability to remobilize photosynthate to increase yield under drought. *J Agric Sci* 155:857–875. <https://doi.org/10.1017/S0021859616000915>
- Rao, K., Raghavendra, A., & Reddy, K. (2006). *Physiology and molecular biology of stress tolerance* (pp. 1-14). Springer: Dordrecht, Netherlands.
- Reddy, P.P. (2013). Impact of climate change on insect pests, pathogens and nematodes. *Pest Manag Hort Ecosyst* 19:225–233
- Rocha, G.S.D., Pereira, L.P.L., Carneiro, P.C.S., Paula Júnior, T.J.D., & Carneiro, J.E.D.S. (2012). Common bean breeding for resistance to anthracnose and angular leaf spot assisted by SCAR molecular markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 12, 34-42.
- Rodino, A.P., Lema, E.M., Marlene, P.B., Santalla, M, De Ron, A.M. (2007). Assessment of runner bean (*Phaseolus coccineus* L.) germplasm for tolerance

- to low temperature during early seedling growth. *Euphytica* 155:63–70.
<https://doi.org/10.1007/s10681-006-9301-6>
- Rodríguez, J.J., Creamer, B. (2014). Major constraints and trends for common bean production and commercialization; establishing priorities for future research. *Agron Colomb* 32:423–431
- Schmutz, J., McClean, P.E., Mamidi, S., Wu, G.A., Cannon, S.B., Grimwood, J., ... & Jackson, S.A. (2014). A reference genome for common bean and genome-wide analysis of dual domestications. *Nature genetics*, 46(7), 707-713.
- Schneider, K.A., Rosales-Serna, R., Ibarra-Perez, F., Cazares-Enriquez, B., Acosta-Gallegos, J.A., Ramirez-Vallejo, P., Wassimi, N., Kelly, J.D. (1997). Improving common bean performance under drought stress. *Crop Sci* 37:43–50. <https://doi.org/10.2135/cropsci1997.0011183X003700010007x>
- Seidel, S.J., Rachmilevitch, S., Schütze, N., Lazarovitch, N. (2016). Modelling the impact of drought and heat stress on common bean with two different photosynthesis model approaches. *Environ Model Softw* 81:111–121
- Sharma, H.C., Srivastava, C.P., Durairaj, C., & Gowda, C.L.L. (2010). Pest management in grain legumes and climate change. In *Climate change and management of cool season grain legume crops* (pp. 115-139). Springer, Dordrecht.
- Song, Q., Jia, G., Hyten, D.L., Jenkins, J., Hwang, E.Y., Schroeder, S.G., ... & Cregan, P.B. (2015). SNP assay development for linkage map construction, anchoring whole-genome sequence, and other genetic and genomic applications in common bean. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, 5(11), 2285-2290.
- Souter, J.R., Gurusamy, V., Porch, T.G., Bett, K.E. (2017). Successful introgression of abiotic stress tolerance from wild tepary bean to common bean. *Crop Sci* 57:1–12
- Souza, T.L.P., Ragagnin, V.A., Dessaune, S.N., Sanglard, D.A., Carneiro, J. E.S., Moreira, M.A., & Barros, E.G. (2014). DNA marker-assisted selection to pyramid rust resistance genes in “carioca” seeded common bean lines. *Euphytica*, 199(3), 303-316.

- Sözen, Ö., Özcelik, H., & Bozoglu, H. (2014). A Research on Some Agronomic Properties of Colored Bean. *Journal of Selcuk University Natural and Applied Science*, 3(4), 61-74.
- Sözen, Ö., Özçelik, H., & Bozoğlu, H. (2012). Batı Karadeniz Bölgesi'nden toplanan fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) populasyonlarındaki biyoçeşitliliğin belirlenmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 59-63.
- Sözen, Ö., Yağmur, M., & Türkmen, B. (2021). İleri Düzey Kuru Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotiplerinin Agro-Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 327-337.
- Sözen, Ö., Yağmur, M., Karadavut, U., Sağlam, H.D., Bardak, A., Mustafa, K.A.N., & Arzu, K.A.N. (2019). Orta kıvrımlı vadisinden toplanan beyaz taneli yerel kuru fasulye genotiplerinin morfolojik varyabilitesinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 6(2), 314-323.
- Taylor, R.A.J., Herms, D.A., Cardina, J., Moore, R.H. (2018). Climate change and pest management: unanticipated consequences of trophic dislocation. *Agronomy* 8. <https://doi.org/10.3390/agronomy8010007>
- Valdisser, P.A., Pereira, W.J., Almeida Filho, J.E., Müller, B.S., Coelho, G. R., de Menezes, I.P., ... & Vianello, R.P. (2017). In-depth genome characterization of a Brazilian common bean core collection using DArTseq high-density SNP genotyping. *BMC genomics*, 18(1), 1-19.
- Van Velthuizen, H. (2007). Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability (No. 11). Food & Agriculture Org.
- Varshney, R.K., Graner, A., Sorrells, M.E. (2005). Genomics-assisted breeding for crop improvement. *Trends Plant Sci* 10:621–630
- Vidak, M., Carović-Stanko, K., Barešić, A., Grdiša, M., Šatović, Z., & Liber, Z. (2017). Microsatellite markers in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Central European Agriculture*, 18(4), 902-917.
- Vinocur, B., Altman, A. (2005). Recent advances in engineering plant tolerance to abiotic stress: achievements and limitations. *Curr Opin Biotech*, 16: 123-32.

- Wang, W., Vinocur, B., Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 2003; 218: 1-14.
- White, J.W., Hoogenboom, G., Jones, J.W., Boote, K.J. (1995). Evaluation of the dry bean model Beangro V1.01 for crop production research in a tropical environment. *Exp Agric* 31:241–254
- Wortmann, C.S., Kirkby, R.A., Eledu, C.A., Allen, D.J. (1998). Atlas of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in Africa. CIAT, Cali, p 133
- Yu, K., Park, S.J., Poysa, V. (2000). Marker-assisted selection of common beans for resistance to common bacterial blight: efficacy and economics. *Plant Breed* 119:411–415
- Yuste-Lisbona, F.J., Santalla, M., Capel, C., García-Alcázar, M., De La Fuente, M., Capel, J., ... & Lozano, R. (2012). Marker-based linkage map of Andean common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and mapping of QTLs underlying popping ability traits. *BMC Plant Biology*, 12(1), 1-16.
- Zhu, J.K. (2000). Genetic analysis of plant salt tolerance using Arabidopsis. *Plant Physiol*, 124: 941-8.

BÖLÜM 3

NOHUT (*Cicer arietinum* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Ömer SÖZEN¹

Arş. Gör. Sevda UÇAR²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, omers@sivas.edu.tr
ORCID: 0000-0001-5528-7887

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü. sucar@sivas.edu.tr
ORCID: 0000-0002-3612-457X

GİRİŞ

Baklagiller familyasının Viceae alt familyasına bağlı Cicer genusunda yer almakta olan nohut (*Cicer arietinum* L.) bir serin mevsim yemeklik tane baklagil bitkisi olarak kendi kendine tozlanabilmesinin yanında $2n=16$ kromozomuna sahip olup tarım coğrafyasında “Bengal gramı” ya da “Garbanzo” olarak da adlandırılmaktadır (Gaur ve ark., 2012a; Sözen ve ark., 2021). Dünya tarım coğrafyası üzerinde kuru fasulyeden (*Phaseolus vulgaris* L.) sonra üretimi yapılan ikinci büyük baklagil bitkisidir (FAO, 2020). Özellikle Güney Doğu Asya ülkeleri başta olmak üzere gelişmekte olan ülkelerde gerek kendi fizyolojik yapıları gerekse ekonomik sıkıntılar nedeniyle vejetaryen olan milyonlarca insan için önemli bir protein kaynağı olan nohut, yüksek protein (%18-35) içeriğine sahip olmasının yanında karbonhidrat (%40-60), yağ (%4.5-5.5), vitamin (A, B1, B2 ve D), mineral madde (P, Ca, Mg, Fe, Cu ve Zn) ve aminoasit içerikleri nedeniyle de insan beslenmesinde önemli bir besin gıdası olarak öne çıkmaktadır (Smithson ve ark., 1985; Bozoğlu ve Özçelik, 2005). 100 g nohut tohumunda ortalama 342.9 mg P, 185.6 mg Ca ve 6.6 mg Fe mineralleri bulunmakta olup yüksek demir ve kalsiyum içeriklerinden dolayı 7 yaş altı çocuklar ile hamile ve emziren kadınlara tavsiye edilebilmektedir (Karadavut ve Sözen, 2019). Havada serbest halde bulunan (%79) ve hiçbir canlı tarafından kullanılmayan atmosferik azotu fikslemek suretiyle toprak verimliliğini artırmada önemli bir rol üstlenen yemeklik tane baklagillerden birisi olan nohut, azot (N) ihtiyacının %80’inden fazlasını simbiyotik azot fiksasyonu ile karşılayarak yaklaşık toprağa 140 kg/ha azot

kazandırabilmektedir (Saraf ve ark., 1998). Gelişmiş kök sistemleri sayesinde toprakta derin katmanlarda var olan suyu bünyesine çekerek kuraklık stresinden kaçabilmektedir ki bu bakımdan baklagiller içinde mercimek ile beraber kuraklığa ve yüksek sıcaklığa dayanıklı olan bitkilerin başında gelmektedir (Işık, 1992).

Ekonomik önemi

Kuru fasulyeden sonra dünyada en fazla ekim alanı ve üretim değerine sahip olan nohut özellikle dünya coğrafyasında az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde yoğunlaşmaktadır. Dünyada 14.841.940 hektarlık ekim alanında toplam 15.085.000 ton nohut üretilmiş olup ortalama verim 1016.3 kg/ha'dır (FAO, 2020). Dünya nohut üretiminde Hindistan'ın ilk sırada olduğu görülmekle beraber yaklaşık 50 ülkede nohut üretimi yapılmaktadır. Üretim değeri bakımından kıtalar incelendiğinde üretimin %87'si Asya, %4.7'si Amerika ve %4.6'sı ise Afrika kıtasından karşılanmakta olup Avrupa ve Avustralya kıtalarından da toplam üretimin %3.7'si karşılanmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Nohut Üretim Değerleri

	Ekim Alanı (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
Dünya	14.841.940	15.083.871	1016.3
Afrika	416.647	704.527	1690.9
Amerika	402.244	712.438	1771.2
Asya	13.421.349	13.085.137	974.9
Avrupa	338.700	300.569	887.4
Avustralya	263.000	281.200	1069.2
Türkiye	511.493	630.000	1231.7

Ülkeler bakımından nohut üretimine bakıldığında bir Asya ülkesi olan Hindistan 11.080.000 ton üretimi ile ilk sırada yer alırken aynı zamanda

toplam üretimin %73.5'ini karşılamakta olup bu ülkeyi 630.000 ton ile Türkiye, 498.000 ton ile Pakistan ve 482.000 ton ile Myanmar izlemektedir (FAO, 2020). Buna karşın ülkemizde nohut yetiştiriciliği 527.000 hektarlık bir ekim alanında gerçekleştirilmekte olup yaklaşık 630.000 tonluk bir üretim ve 1231.7 kg/ha'lık bir verim değeri ortaya konulmaktadır. Kurak ve yarı kurak iklim şartlarında yetişebilen nohut, ülkemizde en fazla İç Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi başta olmak üzere Akdeniz, Karadeniz ve Ege Bölgelerinin geçit kısımlarında üretimi yapılmaktadır. Yetiştiriciliği en çok yapılan iller arasında Ankara, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Konya, Adıyaman, Çorum, Karaman, Uşak, Denizli, Diyarbakır, Mardin, Gaziantep ve Kahramanmaraş illeri gelmektedir.

Orijini

Nohudun kökeni hakkında iki görüş ortaya atılmakta olup bunlardan birincisine göre nohudun kökeni ülkemizi de içine alan oldukça geniş bir alanı kaplayan batıda Yunanistan, doğuda Himalayalar, kuzeyde Kırım ve Güneyde Habeşistan sınırlarına kadar uzanan geniş bir bölgedir (Şehirli, 1988). İkinci görüşe göre nohut iki gen merkezinden ortaya çıkmıştır. Bunlardan ilki Güney Batı-Asya ile Akdeniz bölgesi olup büyük taneli nohutların gen merkezidir. İkinci gen merkezide Güney Asya ve Habeşistan'ı içine alır ve küçük tanelilerin gen merkezidir (Moreno and Cubero, 1978; Van Der Meseni, 1987). Nohudun yabani formu kesin olarak bilinmemekle beraber çeşitli araştırmacılar Anadolu'da bulunan bazı türlerin (*Cicer pinnatifidum*, *Cicer echinospermum*, *Cicer bijugum*, *Cicer reticulatum*) nohudun

yabani türü olduğunu ileri sürmektedirler. Nohudun kültüre ne zaman alındığı hakkında bugün elde kesin bir kanıt olmamakla beraber mercimek ve bezelye ile aynı devirde kültüre alındığı tahmin edilmektedir. Anadolu medeniyetleri ile ilgili arkeolojik kazılardan elde edilen nohutlarda C¹⁴ ile yaş tayininde bunların en az M.Ö. 5.000 yılından kaldığı belirtilmektedir. Buna göre yaklaşık olarak kültürünün 7.000 yılından beri yapıldığı anlaşılmaktadır. Bunun yanında Orta Doğu ülkelerinde yürütülen arkeolojik kazılarda bulunan kanıtlar sonucunda M.Ö. 6.800-7.500 yılları arasında nohut tarımının yapıldığı ortaya konulmuştur (Zohary ve Hopf, 2000).

MORFOLOJİSİ

Kök

Nohut, kuvvetli bir kök sistemine sahip olup 1-2 m derinlere inebilen kök bazen az bazen de fazla dallanabilmektedir. Ana kazık kök etrafında ana kökün toprağa yakın yerinde toprak yüzeyine paralel yayılarak gelişmiş kuvvetli belirgin yan kökleri bulunur. Köklerin büyümeleri ve gelişmeleri tanelerin olgunlaşmalarına kadar devam eder. Bundan dolayı topraktan uzun bir süre faydalanmaktadır. Köklerde özellikle ana kök etrafında küresel ve böbrek şeklinde nodülleri bulunmakta olup bitkideki konuk bakteri türü ise *Rhizobium ciceri* bakterileridir (Gençkan, 1958; Şehirli, 1988).

Gövde

Dik, yarı dik veya yatık olmakla birlikte dallanma gelişme süresince ana gövde boyunca olmaktadır. Gövdenin durumuna göre bitki boyu

değişebilmektedir. Nohutta bitki yüksekliği 20-75 cm arasında değişmekle beraber ülkemizde yetiştiriciliği yapılanların boyu 18-35 cm civarındadır (Tosun ve Eser, 1975; Şehirli, 1988).

Yaprak

Her yaprak 11-18 yaprakçıktan oluşmuş bir bileşik yapraktır. Yaprakçıklar yaprak ekseninin etrafında karışık olarak dizilmişlerdir. Yapraklar ovalimsi, uzun elips şeklinde 1-2 cm uzunluğunda tüylü ve kenarları dişlidir (Gençkan, 1958; Şehirli, 1988).

Çiçek

Çiçek dizilişi salkım şeklinde olmakla beraber salkımdaki çiçek sayısı azdır. Her salkım sapında genellikle 2 çiçek bulunur. Salkım sapı 0.5-3 cm uzunluğunda olup yaprak koltuklarından çıkar. Nohudun çiçeği fasulyede olduğu gibi tipik baklagil çiçeği olup çanak yapraklar calyx'i oluşturduktan sonra mızrak gibi sivri uçlarla nihayetlenirler. Taç yaprakların rengi çeşit özelliğine göre değişir ve beyaz, pembe, mor ile yeşilimsi renklere olabilir. Yumurtalıkta bulunan 2-4 adet tohumun tamamı tohum taslağında döllenmeyip dişicik borusuna yakın olan ikisi nadiren de üçüncüsü döllenir. Bunlardan bir veya iki tanesi nadiren üçüncüsü de meyvede tohum bağlarlar (Şehirli, 1988).

Bakla

Meyve şişkin sert etsiz kalın kabukludur. Meyve şekli ovalimsi 2.4-3.5 cm uzunluğunda olup yeşil renkli meyveler taneler olgunlaştıktan sonra sararmaya başlar. Hasat zamanı geciktirilirse meyve kabuğu çatlar fakat taneler pek dökülmez (Şehirli, 1988).

Tohum

Nohut meyvelerinde genellikle bir bazen de iki tohum bulunmaktadır. Tohumların şekli çeşit özelliğine göre değişmektedir (Kachroo ve Arif, 1970). Ülkemizde yetiştirilen nohutlar başlıca üç şekilde olmaktadır. Koçbaşı nohut iri tanelidir. Kuşbaşı nohut orta iri tanelidir ve leblebicilikte kullanılmakta olup bezelyemsi nohut ise orta iri veya küçük tanelidir.

Adaptasyonu

Nohudun ekstrem sıcaklıklara toleransı oldukça iyidir. Yemeklik tane baklagiller içinde mercimekten sonra kurağa ve yüksek sıcaklıklara en dayanıklı bitki nohuttur (Sözen ve ark., 2021). Optimum çimlenme sıcaklığı 20 °C'dir. Daha düşük sıcaklıklarda da (15 °C) çimlenebilen nohut çimlenmeden sonra görülebilecek düşük sıcaklıklara da tahammül gösterebilmekle beraber -8 hatta -10 °C'lere dayanabildiği görülmüştür. Gelişmenin erken devresinde optimum sıcaklığın 26-29 °C, çiçeklenme devresinde ise 29-32 °C olması arzu edilir. Fazla sıcakta dallanma ve verim düşük olmakla birlikte yaprak sayısı artmaktadır (Hugen, 1967; Şehirli, 1988). Düşük sıcaklık ve kapalı hava dallanmayı artırmaktadır. Çiçeklenme döneminde yüksek oransal nem ve fazla sıcaklık çiçeklenme süresini uzattığı gibi meyve tutmayı olumsuz yönde etkiler. Toprak şartlarının nohudun gelişmesi üzerinde etkisi oldukça fazladır. Nohut, toprak bakımından pek seçici olmamakla birlikte pek çok değişik toprakta yetişebilmektedir. Bununla beraber yetiştiği toprağın gelişmeye olan etkisi oldukça fazladır. Aynı çeşit topraklarda yetiştirilen ayrı çeşit nohutlarda gelişme bakımından

önemli farklılıkları yanında verimde de farklılıklar izlenmiştir. En çok verim en kuvvetli topraktan alınır. Fazla verimli topraklarda nemde yeterli düzeyde olduğunda hızlı vegetatif gelişme çiçeklenmenin oranını çok düşürmekte buda verimi olumsuz olarak etkilemektedir. Nohut toprak tuzluluğuna en toleranslı bir yemeklik tane baklagil bitkisi olup bu karakterlerden dolayı tuzlu toprakların ıslahında birkaç yıl üst üste ekilerek kullanılabilir. Topraklar fazla hafif yapıda ise kuraktan olumsuz olarak etkilenmektedirler ki bu durumda sulamak şarttır. Toprak pH'ının 6-7 arasında olması arzu edilir.

KÜLTÜRÜ

Toprak Hazırlığı

Yemeklik tane baklagiller içinde mercimekle beraber kurağa dayanımları ve gelişmiş kök sistemlerinden dolayı herhangi bir toprak seçicilikleri yoktur. Neredeyse her çeşit toprak içeriğinde yetiştiriciliği rahatlıkla yapılmakta olup kumlu-tınlı, geçirgenliği iyi, drenaj problemi olmayan, besin maddelerince zengin ve pH'ı nötre yakın olan topraklar nohut yetiştiriciliği için en uygun topraklar olarak kabul edilirler (Şehirli, 1988). Toprak üzerinde yaşanabilecek uzun süreli su göllenmesi bitkide gelişmeyi yavaşlatabileceği dolayısıyla bazı nohut hastalıklarına yol açabileceği için arzu edilmeyen bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanında aşırı tuzlu topraklar nohut yetiştiriciliğini sınırlandıran önemli problemlerden biri olduğu için bu gibi topraklar nohut tarımına uygun değildir. Yetiştiriciliği yapılacak nohut toprakları sonbaharda 15-20 cm derinlikte pullukla sürülerek kış yağışlarına bırakılmasının yanı sıra ekimden önce değişik kültüratör

aletleri ile toprak içeriğine göre değişmekle beraber farklı derinliklerde önce işlenir ardından tırmık ya da rotovator ile tarla ekime hazır hale getirilmiş olur. Oldukça derinden yapılacak toprak işlemlerde var olan rutubetin kaybolacağı ve bitkinin gelişmesine olumsuz etkide bulunacağı unutulmamalıdır.

Ekim Zamanı

Ülkemizde nohudun ekimi iklimsel faktörler dikkate alınarak iki farklı zamanda olmakla beraber kışı sert geçmeyen Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinde kışlık geriye kalan özellikle İç Anadolu Bölgesi başta olmak üzere geçit bölgelerinde ise erken ilkbaharda yapılmaktadır. Erken İlkbahar ekimleri coğrafi bölgelere ve iklime göre değişmekle beraber Şubat ayı içinden başlayarak Nisan ayı sonuna kadar ekimler devam etmekte olup özellikle bir yanıklık hastalığı olan antraknoza hassas çeşitlerde hastalığın etkisini en aza indirmek için çiftçiler ekimlerini Mayıs ayı ortalarına da bırakabilmektedirler. Ancak antraknoz hastalığından kaçmak adına geç ekim yapan çiftçilerin çiçeklenmenin ve bakla bağlama döneminin yaz ortalarına gelmesinden dolayı düşük verimler alabilecekleri unutulmamalıdır. Gerek kışlık gerekse erken ilkbahar ekimlerinde Desi (küçük taneli) tipi nohut çeşitlerinin Kabuli (iri taneli) tipi nohut çeşitlerine göre soğuğa daha fazla dayanıklı olmalarından dolayı ekimleri daha erken zamana çekilebilmektedir. Nohut bitkisi her ne kadar sığa ve kurağa dayanıklılık gösterse de çiçeklenme ve bakla oluşum dönemi çok çok sıcak ve kurak bir döneme denk gelirse çiçek ve bakla döküm oranı artabilmekle beraber çok sıcak ve kurak

bölgelerde bu durum dikkate alınarak ekim zamanlarında değişiklikler yapılabilmektedir. Geç yapılan ekimlerde bitkinin özellikle generatif dönemi yüksek sıcaklıklara denk geleceğinden verim düşmekte ve bitki üzerinde sonradan oluşan baklaların olgunlaşması gecikebilmektedir.

Ekim Şekli

Nohut yetiştiriciliğinde serpme ve mibzerle ekim olmak üzere iki farklı ekim yöntemi bulunmaktadır. Ülkemizde son yıllarda makineli tarımın yaygınlaşması ile özellikle geniş üretim arazilerinde makineli ekim yaygınlaşmış olup buna karşın coğrafi faktörler sonucu engebeli ve makinelerin giremediği arazilerde ise serpme ekim tercih edilmektedir. Serpme ekim yöntemi sonucunda dekara atılan tohum miktarında artış olmakla beraber tohumların uygun ve eşit derinliğe düşmemesi sonucunda çıkışlarda homojenite sağlanamadığı ve bu nedenle nohut yetiştiriciliği yapılan tarlalarda düzensiz bitki gelişimi gözlemlenmektedir. Buna karşın makineli tarım ile sıraya yapılan ekimlerde tohumlar istenilen derinliğe ve istenilen sıra üstünde düşebilmekte ve bunun sonucunda çıkışlarda bir homojenite görülebilmekte ayrıca istenilen sıra arası sonucu kültürel bakım da yapılabilmektedir. Son zamanlarda ülkemizde gelişen tarımsal sanayinin sonucunda özellikle Pnomatik (havalı mibzerler) ekim makineleri ile nohut yetiştiriciliğinde kültürel uygulamalar rahatlıkla yapılabilmekte ve verimde ciddi artışlar alınabilmektedir.

Sıra Arası ve Sıra Üstü Mesafe

Nohudun ekim mibzerleriyle sıraya ekilmesi, yabancı ot kontrolü bakımından bir avantaj sağlamaktadır. Dünyada nohut yetiştiriciliği yapılan tarımsal alanlarda değişik sıra aralıkları (14-75 cm) kullanılmasının yanında ülkemizde ise 14-56 cm aralığında ekim yapılabilmektedir (Sözen, 2021). Özellikle yabancı ot yoğunluğundan kaçınmak adına sıra arası ve sıra üstü mesafelerde dekara atılan tohum miktarında ciddi artışlar olmakta ve bunun sonucunda neredeyse dekara 25-30 kilograma yakın bir tohum kullanılabilmektedir. Buna karşın sıra arasının 45 cm üzerinde gerçekleştirilmesi sonucunda yabancı ot kontrolü mekanik olarak yapılabilmektedir. Sonuçta, mevcut mekanizasyon imkanları da göz önünde tutularak değişen sıra aralıkları kullanılabilesinin yanında en uygun sıra aralığının 30-45 cm aralığında olması önerilmektedir. Bununda dekara atılacak tohum miktarı karşılığı 8-15 kg'a denk gelmektedir. Sıra üstü mesafesi olarak ise değişik aralıklar kullanılmakla beraber en uygun sıra üstü mesafenin bitkinin dallanmasına imkân sağlanabilmesi açısından 5-8 cm olması tavsiye edilmektedir.

Ekim Derinliği

Nohutta en uygun ekim derinliği tohumun iriliğine göre değişmekle beraber 5-8 cm aralığında olmalıdır (Karadavut ve Sözen, 2019). Bu aralığın daha üstünde yapılacak ekimlerde çimlenme ve çıkış zamanı uzayabilmekte ve bunun sonucunda çiçeklenme ve bakla bağlama oranında ciddi azalmalar görülebilmektedir. Ülkemizde özellikle kuru tarımın hakim olduğu bölgelerde ekim işlemi geciktirildiğinde yada

toprağın üst kısmının kuru olduğu durumlarda ekim derinliği 10-15 cm'ye kadar artabilmekte ve bunun sonucunda derine bırakılan tohum nemden yararlanarak çıkışlar garanti altına alınabilmektedir.

Gübreleme

Verilecek gübrenin cins ve miktarının toprak analizlerinden sonra verilmesi en ideal bir uygulamadır. Nohut toprak bakımından fazla seçici olmadığı için zengin topraklardan hoşlanmaz. Bununla beraber toprakta yeterli miktarda fosfor bulunması şarttır. Şayet yeterli değilse dekara 2-6 kg fosfor uygulaması verimi artırır (Sözen ve Karadavut, 2018). Aynı zamanda topraklar fazla kumlu ve fakir ise çiftlik gübresiyle gübreleme en ideal bir uygulamadır. Çiftlik gübresi nohudun önemli mantar hastalıklarının yayılmasına neden olur. Bundan dolayı çiftlik gübresinin nohutta bir evvelki bitkiye verilmesi gerekir ve riski azaltır. Eğer gerekli toprak analizi yapılamıyorsa, genel bir kural olarak dekara ortalama 2-4 kg azot ve 5-7 kg fosfor verilmesi uygun olur. Verilecek gübrelerin tamamının ekimden önce toprağa serpilerek tırmıkla karıştırılması uygun olur. Bu amaçla, 18-46-0 gübresi veya diğer adıyla diamonyum fosfat gübresinden dekara 15 kg uygulamak yeterlidir.

Bakteri Aşılama

Bir yemeklik tane bitkisi olan nohut, köklerinde simbiyotik yaşayan *Rhizobium* bakterileri aracılığı ile havadaki serbest azotu bitkinin faydalanabileceği forma dönüştürebilmesi sonucunda yetiştirildiği toprağa azot bağlayabilmektedir (Sözen ve ark., 2021). Bundan dolayı

nohut bitkisine özgü etkin *Rhizobium* bakterilerinin toprakta yeterince bulunması yada yeterince bulunmazsa aşılama ile toprağa mutlaka verilmesi büyük önem arz etmektedir. Nohut bitkisi ekim zamanı ile iklim faktörlerine bağlı olarak azot ihtiyacının yaklaşık %42-70'ini simbiyotik yolla kazanabilmektedir (Kaçar ve ark., 2005). Ülkemizin farklı rakımlarında yürütülen çalışmalarda *Rhizobium ciceri*'in toprakta fazla miktarda bulunmadığı ve bunun sonucunda azot fiksasyonunun yeterli olmadığı ve bundan dolayı mutlaka bu gibi nohut yetiştiriciliğinin yapılacağı arazilerde aşılamanın yapılması gerektiği ortaya konulmuştur (Keatinge ve ark., 1995).

Bakımı

Genç fideler 20-25 cm olunca boğaz doldurulmakla beraber yabancı otlar ya elle yolunmakta ya da çapalanmaktadır. Çapalama işlemi boğaz doldurularak hasat zamanına kadar birkaç defa yapılabilmekle beraber bu uygulamalar verime olumlu katkıda bulunabilmektedir. Çok kurak zamanlarda kumlu hafif topraklar gerektiğinde hafif sulanmakla beraber toprak suyla fazla doyurulmamalıdır. Fazla su toprağı ağırlaştırdığı gibi olgunlaşmayı geciktirir ve verimi de düşürebilmektedir (Şehirli, 1988).

Sulama

Nohut, kurak ve yarı-kurak bölgelere adapte olduğundan kurağa dayanıklı olup bu nedenle herhangi bir sulama istemez. Ancak yürütülen bilimsel çalışmalarda özellikle çiçeklenme ile bakla bağlama döneminde birer kez yapılabilecek sulamanın verimi %35 oranında

artırdığı ortaya konulmuştur. Bu durumda eğer nohuda su verilecekse sulama sonucunda ortamda nem oranında bir artış oluşabileceği ve bunun sonucunda özellikle hastalıklara dayanıklılık gösteremeyen genotiplerde mantari hastalıklara maruz kalabileceği unutulmamalıdır.

Hasat

Makineli hasatta en ideal zaman, bitkilere ait yaprak ve tanelerin tamamen sarardığı ve tanenin nem oranının %12-15'lere düştüğü dönemdir. Bu rakam aralığının üzerindeki nem oranlarında tohum makineli hasattan zarar görebilmektedir. Gelişimini iyi tamamlayamamış ya da genetik olarak kısa boylu olan bitkiler ise elle yolunarak ya da biçilerek yığın haline getirilmekte ve ardından patoz adı verilen harman makinelerinde hasat işlemleri tamamlanmaktadır. Genetik özelliklerinden dolayı ya da çok sıcak ve kurak dönemlerde bazı nohut çeşitlerinde zamanı birkaç gün geçirilen hasatlarda tane çatlatma ya da tane dökme problemi yaşanabilmektedir. Günümüzde nohut yetiştiriciliğinde geniş üretim arazilerinde makineli hasat işlemleri için artık biçerdöverler yaygınlaşmış olup özel olarak tasarlanmış hasat-harman makinelerini de görmek mümkündür. Normal şartlarda hasat edilmiş nohut tanelerinin uygun ortamda depolanabilmesi ve saklanabilmesi için nohut tanesinin nem oranı en fazla %12-14 olmalıdır. Bu aralığın üzerindeki nem oranlarında saklanacak tohumlarda ciddi sorunlar ortaya çıkabilmekte bu aralığın altındaki nem oranlarında saklanacak tohumlarda ise depolama süresi uzayabilmektedir (Şehirali, 1988).

TÜRKİYE'DE YETİŞTİRİLEN NOHUT ÇEŞİTLERİ

1. Koçbaşı nohut (*Cicer arietinum arieticeps*)

İspanyol veya lüks nohut adı ile de anılan Koçbaşı nohudun bitkisi morfolojik olarak iri bir yapıya sahiptir (bitki boyu, yaprak, çiçek, meyve ve tohum). Beyaz, pembe veya yeşilimsi çiçek renklerinde varyasyon gösterebilmektedir. Koçbaşını andıran tanesi uzunca ve köşelidir. Genişliği ve derinliği birbirine eşittir. En geniş yeri orta kısmıdır ve burun kısmına doğru daralır. Burnu uzun ve sarkıkçadır. Tane kabuğu kırışık ve incedir. Açık sarı, pembemsi-sarı veya krem rengine kadar değişen tane rengine sahiptir.

2. Kuşbaşı nohut (*Cicer arietinum intermedium*)

Leblebik veya kaba nohut adı ile de anılan kuşbaşı nohudun bitkisi morfolojik olarak orta iriliktedir. Nohut şekli orta iri yuvarlağımsı olup kuş başını andırır. Yuvarlağının dip kısmında ikiye bölünmesi pek belirgin değildir. Buruncuğu orta boyda ve çengel şeklinde kıvrıktır. Tane kabuğu kalın ve az kırışıktır. Kırmızımsı-sarı, sarı ya da krem rengine kadar değişebilen tane rengine sahiptir.

3. Bezelyemsi nohut (*Cicer arietinum pisiforma*)

Şekli yuvarlağımsı olduğu için yuvarlak nohut veya sıra nohut adlarıyla anılan bezelyemsi nohudun bitkisi morfolojik olarak küçük veya orta iri olmaktadır. Tanenin şekli ve rengi çoğu kez açık renkli bezelyelere çok benzer. Tane kabuğu düz ve gergindir. Genelde erkenci tipleri içerir (Ceyhan, 2007).

KAYNAKLAR

- Anonymous, (2020). FAOSTAT. <http://apps.fao.org> (Erişim tarihi: 20.08.2022).
- Bozoğlu, H., Özçelik, H. (2005). A Study on the Determination of Genotype x Environment Interactions and Stability of Some Genotypes in Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *GAP 4th Agriculture Congress, University of Harran*, (I): 834-839 p.
- Ceyhan, E. (2007). *Baklagil Ders Notları*. Konya, 123 p.
- Gaur, P.M., Jukanti, A.K., Srinivasan, S., Gowda, C.L.L. (2012a). Chickpea (*Cicer arietinum* L.). In: Bharadwaj DN (ed) Breeding of field crops. *Agrobios (India)*, Jodhpur, 165-194 p.
- Gençkan, S. (1958). Researches on Major Characteristics of Turkey's Important Chickpea Varieties. Ege University Publications, 1: 107 p, (PhD Thesis), İzmir.
- Hugen, M.D. (1967). Pastoral Psychology. *International Journal of Cognitive Therapy*, 18 (4): 4 p.
- Işık, Y. (1992). A study on the Effects of Nitrogen-Phosphorus Fertilizer Applications and Inoculation with Bacteria on the Grain Yield, Chemical Composition and Morphological Characteristics of Chickpea Cultivars (*Cicer arietinum* L.) in Konya Ecological Conditions. Konya Rural Services Research Institute, General Publication No: 150, Report Serial Number: 123, Konya.
- Kachroo, P., Arif, M. (1970). Pulse Crops of India. New Delhi: Indian Council for Agricultural Research.
- Kaçar, O., Göksu, E., Azkan, N. (2005). Determination of the effects of inoculation with different rhizobia on the yield and yield components in some chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties and lines in Bursa Conditions. *Journal of Ege University Faculty of Agriculture*, 42 (3): 21-32 p.
- Karadavut, U., Sözen, Ö. (2019). An Investigation of the Problem with Multiple Links Between Characters Affecting Yield in Chickpea Plant. *International May 19 Multidisciplinary Studies Congress*, 288-291 p.

- Karadavut, U., Sözen, Ö. (2019). Correlation and path analysis for yield components of some chickpea genotypes grown in Kırşehir ecological conditions. *Journal of Science and Technology in the 21st Century*, 6 (2): 1-13 p.
- Keatinge, J.D.H., Beck, D.P., Materon, L.A., Yurtseven, N., Karuç, K., Altuntaş, S. (1995). The role of rhizobial diversity in legume crop productivity in the West Asian high lands. 4. *Rhizobium ciceri Expl. Agric.*, 31: 501-507 p.
- Moreno, M., Cubero, J.I. (1978). Variation in *Cicer arietinum* L. *Euphytica*, 27: 465-485.
- Saraf, C.S., Rupela, O.P., Hegde, D.M., Yadav, R.L., Shivkumar, B.G., Bhattarai, S., Razzaque, M.A., Sattar, M.A. (1998). Biological nitrogen fixation and residual effects of winter grain legumes in rice and wheat cropping systems of the Indo-Gangetic plain. In: Residual Effects of Legumes in Rice and wheat Cropping Systems of the Indo-Gangetic Plain. Kumar Rao, J.V.D.K. Johansen, C. and Rego, T.J. (eds) *Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd.*, New Delhi, 14-30 p.
- Smithson, J.B., Thompson, J.A., Summerfield, R.J. (1985). The grain legumes chickpea (*Cicer arietinum* L.). Chapter: 8, *Collins Professional and Technical Books*.
- Sözen, Ö. (2021). Statistical Analysis of Morphological Variability in Local Chickpea Genotypes Collected from Kırşehir Province. *2nd International Congress of Engineering Sciences and Multidisciplinary Approaches*, 199-206 p.
- Sözen, Ö., Karadavut, U. (2018). A Study on Grain Yield and Yield and Selection for Yield Components in Early Generation Period in Local Chickpea Genotypes. *Turkey 6th Seed Congress with International Participation*, Niğde, 89-93 p.
- Sözen, Ö., Yağmur, M., Aydoğan, Y. (2021). Evaluation in terms of agricultural characteristics of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties grown in Eskisehir ecological conditions. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 11 (1): 35-47 p.
- Şehirli, S. (1988). Legumes. *Ankara university faculty of agriculture publications*, 314, Ankara.

- Tosun, O., Eser, D. (1975). Sowing frequency researches in chickpea, Relationships between plant characteristics and yield, which change according to the frequency of second sowing. Ankara University Faculty of Agriculture Yearbook, 25 (1):192-201 p.
- Van Der Maesen, L.J.G. (1987). Origin, history and taxonomy of chickpea. In: Saxena, M.C. and Singh, K.B. (eds) *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, UK, 11-34 p.
- Zohary, D., Hopf, M. (2000). Domestication of plants in the old world (third edition). *Oxford University Press*, Oxford, 316 p.

BÖLÜM 4

NOHUT (*Cicer arietinum* L.) ISLAHI

Arş. Gör. Sevda UÇAR¹

Doç. Dr. Ömer SÖZEN²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü. sucar@sivas.edu.tr
ORCID: 0000-0002-3612-457X

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü. omers@sivas.edu.tr
ORCID: 0000-0001-5528-7887

GİRİŞ

Güney Doğu Anadolu, Mezopotamya ve Suriye'nin kuzeyi ile Doğu Akdeniz Bölgesini içine alan bereketli (verimli) hilalde yaklaşık 10 yüzyıl önce (Bar-Yosef, 1998) buğday, arpa, çavdar, mercimek, bezelye, keten ve fiğ gibi tarla bitkisi ürünleri ile aynı anda kültüre alınmaya başlamış nohut, insanlığın o dönemlerde tüm temel ihtiyaçlarını karşılayan dengeli bir beslenme ürünü olarak ortaya çıkmasının yanında aynı zamanda evcil hayvanlarında beslenmesinde önemli bir yer tutmuştur. Kültüre alınmaya başlanan nohut, ilk zamanlarda insanoğlunun karbonhidrat ile protein ve yağ ihtiyacını karşılamasının yanında sebze olarak da yetiştirilmiş ve ip ile giysiler için elyaf olarak da kullanılmıştır (Diamond, 1997).

Buğday bitkisinden sonra ikinci kültüre alınan bitki olarak bilinen nohudun yiyecek olarak kullanıldığına dair kayıtlar incelendiğinde Suriye'de (Tell el-Kerkh ve Tell Abu Hureyra) M.Ö. 8.000 yıl önce, Çayönü'nde (Ergani/Diyarbakır) M.Ö. 7500-6800 yıl önce ve Hacılar'da (Burdur) M.Ö. 5450 yıl önceye dayanan kalıntıların bulunduğu bilinmekle beraber ilk nohut yiyecek türlerinin *Cicer arietinum* ile *Cicer reticulatum* olduğu bildirilmektedir (Van Der Maesen, 1984). Erken neolitik çağda bereketli hilal ile sınırlı kalan nohut yetiştiriciliği geç neolitik çağda Yunanistan'da içine alan batıda ve Tunç çağında ise batıda Girit, güneyde Mısır, Hindistan, Pakistan ve hatta Etiyopya'da yetiştirilmeye başlanmıştır. M.S. 16. yüzyıla gelindiğinde nohut, İspanyollar ve Portekizliler tarafından Amerika kıtasında tanıtılmış ve kabulü türleri 18. yüzyılda İpek Yolu üzerinden

Akdeniz'e oradan da Hindistan ülkesine götürülmüştür (Van Der Maesen, 1984).

Nohutun evrimi

Kültüre alınan *Cicer arietinum* türü ile akrabaları, Cicerace kabilesi içerisinde Fabaceae familyasında yer almakta olup Cicer cinsine dahildirler. Diploid kromozom sayısı 16 olan nohudun bazı yerel ırklarının (*Cicer songaricum* ve *Cicer anatolicum*) diploid kromozom sayılarının 14 olduğu rapor edilmektedir (Van Der Maesen, 1984). Kendine döllenme (otogami) özelliği gösteren nohut; tane iriliği, şekli ve rengine göre makrosperma (kabul/büyük tohumlar) ve mikrosperma (desi/küçük tohumlar) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Moreno ve Cubero, 1978). Koçbaşı tohum şeklini andıran kabul tipi tohum grubu büyük baklalar ile tohumlara ve yapraklara sahip olmalarının yanında daha uzun bir boy ile karakterize edilirler. Çiçekler ve tohumlar çoğunlukla beyaz olup diğer renklerde bu grupta görülebilmektedir. Buna karşın desi tipi tohum grubu küçük baklalara ve tohumlara sahip olup bitki boyları da oldukça küçüktür. Büzüşük tohum şeklinde görülen bu gruptaki nohutların çiçek, bakla ve tohumları zengin bir genetik çeşitlilik göstermekle beraber tohum yüzeyi ve şeklindeki çeşitlilik de yadsınamaz bir gerçektir (Iruela ve ark., 2002). Her iki nout grubunun coğrafi dağılımı incelendiğinde kabul tipi nohutlarının genellikle Batı Akdeniz ile sınırlı bir alanda kaldığı buna karşın desi tipi nohutların ise Doğu Akdeniz'den Orta Asya ile Hint Yarımadasına kadar daha geniş bir alana yayıldığı ortaya konulmakla beraber kabul

nohut türlerinin desi grubu nohut türlerden evrimleştiği bildirilmektedir.

Nohutun kökeni

Bir baklagil bitkisi olan nohudun iki gen merkezi olduğu bunlardan ilkinin Güney-Batı Asya ve Akdeniz bölgesi, ikincisinin ise Etiyopya merkezli olduğu Vavilov (1950) tarafından ortaya konulmuştur. Bunun yanında kabulü tipli olan iri taneli tohumların Akdeniz Bölgesi orijinli oldukları desi tipli olan küçük taneli tohumların ise Güney-Batı Asya ve doğu ülkelerinden orijin aldıkları belirtilmektedir (Köseoğlu, 2017). Anavatanlarından birisi yurdumuz olan nohudun ülkemizde onyedinci taksonunun yayılış gösterdiği Toker ve ark. (2014a) tarafından bildirilmiş olmasının yanında kültürü yapılan nohudun atasının da *Cicer reticulatum* Ladiz. olduğu ifade edilmiş (Ladizinsky ve Adler, 1976b) olup bugün kültürü yapılan nohudun *Cicer reticulatum* türünden seçildiği ve bu türün doğal bir mutanlığı olduğu Van Oss ve ark. (2015) tarafından ifade edildiği belirtilmektedir. Yürütülen bilimsel çalışmalarda en eski nohut örneklerinin Suriye’de Tell-el-Kerkh’de bulunduğu ve bulunan bu örneklerin yaklaşık günümüzden 9280 yıl öncesine ait oldukları Tanno ve Willcox (2006) tarafından ortaya konulmaktadır. Dolayısıyla nohudun atası sayılan *Cicer reticulatum* türünün ülkemize ait olması ve kültürü yapılan nohudun ülkemizde göstermiş olduğu genetik varyasyon göz önüne alındığında nohudun köken merkezlerinden birisinin ülkemiz olduğu ve yaklaşık günümüzden binlerce yıl önce kültüre alındığı ortaya konulmaktadır (Köseoğlu, 2017).

Nohutun çeşitlilik merkezleri

Nohut bitkisinin ilk kültüre alındığı bereketli (verimli) hilal, genetik çeşitliliğin birincil gen merkezi olup ardından nohudun coğrafi yayılışı ile beraber batı Akdeniz ile Hindistan'ı içine alan Güneydoğu Asya, Kuzeydoğu Afrika ve hatta Meksika, Kolombiya ve Şili'nin ikinci genetik çeşitlilik merkezi olduğu bildirilmektedir (Van Der Maesen, 1972). Nohudun ilk türleri ile yabani akrabalarının dağılımı 8°-52° N enlem ve 8°-85° D boylamları arasında yer almakta olup 3 ana bölgede meydana geldikleri ifade edilmektedir. Bunlar sırasıyla (i) Batı Akdeniz, Etiyopya, Girit ve Yunanistan (ii) Küçük Asya, İran ve Kafkaslar (iii) Orta Asya, Afganistan ve Himalaya bölgeleridir (Van Der Maesen, 1972). Günümüzde kültüre alınan nohut (*Cicer arietinum* L.) Güney Amerika, Avustralya, Avrupa, Afrika, Akdeniz Bölgeleri, Balkanlar, Etiyopya, Doğu Afrika, Myanmar'dan İran'a kadar Güney Asya ve Irak, İsrail ve Türkiye'de yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmakta olup nohut adına genetik çeşitliliğin toplandığı en büyük gen bankası Hindistan'da ICRISAT bünyesinde kurulmuştur (Ladizinsky, 1998). Bunu kuru alanlarda araştırmalar yapan ICARDA takip etmekte olup her iki gen bankası da yerel türlerdeki mevcut çeşitliliği büyük ölçüde yansıtmaktadır. Hindistan'dan İran'a, Orta Asya Cumhuriyetlerinden Gürcistan'a ve Türkiye'den Etiyopya'ya kadar Himalayaların kuzeyi ve güneyinde, yerel tür çeşitliliği ile yabani Cicer türlerinin dağılımı arasında geniş bir örtüşmenin bulunduğu bununla birlikte birincil ve ikincil gen havuzlarının şu anda ve muhtemelen tarihsel olarak Türkiye'nin güneydoğusunda çok sınırlı bir dağılıma

sahip olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur (Abbo ve ark., 2003b).

Nohutun taksonomisi

Cicer cinsi, Fas ve Kanarya Adaları'nda bulunan uzak endemik türlerle beraber Güneybatı Asya'da bir çeşitlilik merkezine sahiptir. 9 adet tek yıllık ve otuz beş adet çok yıllık tür olmak üzere kırk dört adet türden oluşmakta olup legum familyasının Papilionoideae alt familyasının üyesidir. Günümüzde bilinen 44 adet türden sadece biri olan kültür nohudu (*Cicer arietinum* L.) dünya coğrafyasında büyük çapta yetiştirilmekte olup Akdeniz havzasından Hindistan, Etiyopya, Doğu Afrika ve Meksika'ya kadar yaklaşık 50 ülkede yoğun bir şekilde üretimi yapılmaktadır (Van Der Maesen, 1972). Hindistan'ı içine alan Asya ve Afrika nohut yetiştiren önemli kıtalar olup dünya üretiminin yaklaşık %91.6'sı bu kıtalardan sağlanmaktadır. Dünyada 14.841.940 hektarlık ekim alanında toplam 15.085.000 ton nohut üretilmekte olup ortalama verim 1016.3 kg/ha'dır (FAO, 2020). Dünya nohut üretiminde Hindistan'ın ilk sırada olduğu görülmekle beraber üretim değeri bakımından kıtalar incelendiğinde üretimin %87'si Asya, %4.7'si Amerika ve %4.6'sı ise Afrika kıtasından karşılanmakta olup Avrupa ve Avustralya kıtalarından ise üretimin %3.7'si karşılanmaktadır. Ülkeler bakımından nohut üretimine bakıldığında bir Asya ülkesi olan Hindistan 11.080.000 ton üretimi ile ilk sırada yer alırken aynı zamanda toplam üretimin %73.5'ini karşılamakta olup bu ülkeyi 630.000 ton ile Türkiye, 498.000 ton ile Pakistan ve 482.000 ton ile Myanmar izlemektedir (FAO, 2020). Buna karşın ülkemizde nohut üretimi

527.000 hektarlık bir ekim alanında gerçekleştirilmekte olup 1231.7 kg/ha'lık bir verim olduğu ortaya konulmaktadır. Ekolojik olarak kurak ile yarı kurak iklim koşullarında yetişebilen nohut, yurdumuzda en çok İç ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri başta olmak üzere Karadeniz, Akdeniz ve Ege Bölge'sinin geçit kısımlarında üretimi yapılabilmektedir. Yetiştiriciliği en çok yapılan iller arasında Ankara, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Konya, Adıyaman, Çorum, Karaman, Uşak, Denizli, Diyarbakır, Mardin, Gaziantep ve Kahramanmaraş illeri gelmektedir.

Nohutun tüketimi ve kullanımı

Bir yemeklik tane baklagil bitkisi olan nohudun ilk kültüre alınmasıyla beraber farklı kısımlarının farklı amaçlarla yetiştiriciliğinin yapıldığı ortaya konulmuştur. Kuru ve yeşil olarak yetiştiriciliğinin yapılmasının yanı sıra kuru ve yeşil saman olarak hayvan yemi ile organik gübre olarak da kullanılmıştır. Kurutulmuş tahıl hayvan yemi olarak ya da insan tüketimi için kullanılan nohut aynı zamanda un ile haşlanmış veya kavrulmuş olarak da kullanılmıştır. Ancak un olarak kullanıldığında tek başına kullanılmasından ziyade diğer bitkilerin unları ile karıştırılarak tüketilmiştir (Hernando Bermejo and Leon, 1994). Nohut bugün ana yemek olarak tek başına ya da et veya balıkla birlikte atıştırmalık olarak tüketilmesinin yanı sıra yeşil veya kurutulmuş olarak da servis edilmektedir. Buna benzer çeşitli yetiştirme sistemlerinde ve hasat sonrası işlemede de (taze tüketim, kuru depolama veya hemen kullanım için) yer almakta olup endüstriyel olarak ya da farmakoloji için de iyi bir ürün olarak kullanılması mümkün olmaktadır.

Nohudun bu kadar kullanılma zenginliğinin yanı sıra iyi bir karbonhidrat kaynağı olduğu ve aynı zamanda köklerindeki nodüller vasıtasıyla havanın azotunu toprağa fiksleyerek toprağı organik maddece zenginleştirme gibi önemli üstünlükleri de mevcuttur. Bu özellikleri çağlar boyunca çiftçiler tarafından yetiştirilmesini sağlayan önemli etkenler olarak bilinmektedir. Binlerce yıldır protein kaynağı olarak da yetiştiriciliği yapılan nohut, halen gelişmekte olan ülkelerde yoksulların en önemli besin grupları arasında yer almaktadır.

Nohutun yetiştirilme amaçları

Daha yüksek ve daha istikrarlı verim, nohut yetiştirme programının ana hedefleri arasında yer almakta olup diğer baklagillerde olduğu gibi nohudun verimi genellikle düşüktür. Örneğin Asya'da 975 kg/ha, Afrika'da 1690 kg/ha, Amerika'da 1770 kg/ha, Avrupa'da 890 kg/ha ve Avustralya'da 1070 kg/ha olarak değişen ortalama verimler alınmaktadır (FAO, 2020). Dünya ülkelerinde ortalama verim 1016 kg/ha arasında değişmekle birlikte aslında potansiyel verimlerinin 3000 kg/ha'ı geçebileceği ön görülmektedir. Verilen bu değerler verimliliğin genetik olarak arttırılması ve daha fazla istikrar sağlanması ihtiyacının altını çizmektedir. Nohut yetiştiriciliğinde başlıca hedefler şunlardır;

1) Yüksek verimli çeşitler geliştirmek: Nohut, büyüme alışkanlığında belirsizlik göstermekte olup ışığa duyarlı olduğu kadar ısıya da duyarlıdır ve çok düşük hasat indeksi değerleri ile sonuçlanan fotosentatların zayıf bölünmesi ile karakterize edilebilirler. Düşük verimliliğin nedenleri incelendiğinde nohut habitusunun uygun şekilde bölünmesinin iyileştirilmesiyle yüksek verim potansiyeli elde

edilebileceği ve gübre ve sulamaya duyarlı çeşitlerin yetiştirilmesinin de önemli olduğu vurgulanmakta olup bunun içinde biyoteknolojik yöntemlerin esas alınması gerekliliği öne çıkmaktadır.

2) Nohudun adaptasyon kabiliyetini artırmak: Bahl ve ark. (1990) ile Singh (1990)'in yapmış olduğu çalışmalarda özellikle Akdeniz coğrafyasında kışlık ekimlerin yaygınlaştırılmasının yanında Hint yarımadasında sulanan alanlarda uygun çeşitlerin geliştirilmesinin önemli olduğu ortaya konulmuştur.

3) Biyotik strese dayanıklılık için yetiştirme: Hastalık ve zararlıların neden olduğu ciddi hasar, verim dengesizliğine neden olur. Ascochyta yanıklığı, solgunluk ve kök çürüklüğü başlıca hastalıklar olup kök lezyonu nematodları da başlıca toprak zararlı mikroorganizmalarıdır. Dolayısıyla bu biyotik faktörlere karşı dayanıklılık çalışmalarına yer verilmesi gerekmektedir.

4) Abiyotik strese dayanıklılık için yetiştirme: Kuraklık, tuzluluk, soğuk ve don gibi abiyotik stresler nedeniyle önemli verim kayıpları meydana gelmekte olup bu streslere karşı direnç veya tolerans daha karmaşıktır. Ancak bu streslere karşı dirençli germplazmların varlığı önemli bir zenginlik olarak göz önüne koyulmuştur.

5) Erkek kısırılığının kararlı formunun belirlenmesi: Çok yüksek tohum oranı ile birleştirilmiş büyük miktarda hibrit tohum üretmenin zorluğu da dahil olmak üzere birçok sorun nedeniyle nohutta heterosisten yararlanılması zor olsa da erkek kısırılığı, popülasyon iyileştirme aşamalarını kullanmak için faydalı olacaktır. Kararlı erkek

kısırlılığının yokluğunda, kararlı ve kullanışlı erkek kısırlılığının gelişimi nohutta önemli bir hedef haline gelmekte olup ancak bu uzun vadeli bir hedef olarak kabul edilebilmektedir.

BİTKİ ISLAHI

Dünya nüfusunun 2050 yılında yaklaşık 9,7 milyar, 2100 yılında ise yaklaşık 11 milyar olacağı tahmin edilmekte olup bu durumun insanların besin ihtiyaçlarını karşılamada sıkıntılarla kalabileceğinin bir göstergesi olduğu ortaya konulmaktadır (Anonim, 2020). Geçmiş yüzyıllara bakıldığında bu yüzyılda giderek artan nüfus karşısında besin ihtiyaçlarının karşılanmasında yaşanacak sıkıntılardan dolayı temel besin ihtiyaçlarının potansiyellerinin artırılması yoluna gidilmesi kaçınılmaz bir gerçek olup bunun içinde bitki ıslahı çalışmaları çok önem arz etmeye başlamıştır. Özellikle dünya üzerinde yer alan tarım arazilerinin kullanım amaçları dışına (sanayi, konut, barajlar, otoyollar ve fabrikalar) kaydırılmaya başlandığı düşünüldüğünde üretimi artırmanın en etkili yolunun bitki ıslahı olduğu kaçınılmaz bir gerçektir.

Hem kültürü hem de yetiştiriciliği yapılan bitkilerin cins ve tür ile çeşitlerin özelliklerini, yapısının ve kompozisyonunun yetiştirici, tüketici ve sanayicinin arzuları doğrultusunda genetik ve sitogenetik ilkelerden faydalanarak planlı ve programlı bir şekilde kalıtsal (kalıcı ve sürekli) yapıda değiştirilmesi ve geliştirilmesine bitki ıslahı denilmektedir.

Tarımsal faaliyetler kapsamında günümüzün en önemli konularından birisi olan bitki ıslahının temelinde;

- Kalıtımın birimi olarak genin yapısı,
- Genetik yapıyı değiştirme metotları,
- Elde edilen sonuçları doğru olarak tahmin etmeye yarayan genetik davranış kuralları bulunmaktadır.

Günümüzde yetiştiriciliği yapılan bitkisel (Tarla ve Bahçe) ürünler göz önüne alındığında önem arz eden bazı konular öne çıkmaktadır;

- Dünya nüfusunun hızla artmasıyla tarım arazilerinin son sınırlarına varmış oldukları yadsınamaz bir gerçektir,
- Günümüzde dünya nüfusunun yaklaşık 2/3'ü hem yetersiz hem de dengesiz beslenmekle karşı karşıyadır,
- Sanayi, endüstri ve işleme teknolojinde ortaya çıkan yeniliklerin gelişimi hızla devam etmektedir,
- Gelir ve dolayısıyla eğitim seviyesi artmaktadır ki tüm bu sayılan önemli konular ışığında hem bitkisel ürünlerin üretim miktarına hem de bu ürünlerin kalite içeriklerine olan talep gün geçtikçe artmaktadır. Hızla artan nüfusa karşılık yüksek seviyede artan ürün talebi; nüfus artışının stabilite haline getirilmesi, bazı abiyotik ve biyotik faktörlerden dolayı kullanımından vazgeçilen üretim alanlarının tekrar tarıma kazandırılarak genişletilmesi, birim alandan alınacak verimin yetiştirme tekniklerinin entegre edilmesi ve çeşit ıslahı ile artırılması ile karşılanması mümkündür.

Bitki ıslahındaki bilinçli çalışmaların ne zaman yapılmaya başlandığı tarih olarak tam bilinmese de aslında tarih öncesi neolitik dönemde yerleşik hayata geçen insanların hasat edebildikleri bitkiler içinden üstün özellikler gösteren bitkileri seçme çalışmaları ile başlamıştır. Yerleşik hayata geçen insanların istedikleri özellikleri taşıyan mutant bitkileri hasat etmeye başlamaları ile bugünkü kültürü yapılan bitkilerin ataları olan yabani türlerin evrimleştirme çalışmalarını hızlandırmıştır ki aslında günümüzde yetiştiriciliği yapılan birçok bitki türünün yabani akrabalarının yüzyıllar boyunca değişime uğraması ile meydana gelmiştir. Buna en güzel örnek kuru fasulyeden verilebilir ki Güney Amerika orjinli olan kuru fasulyenin atalarının çok yıllık bir ağaç formu olduğu ve yüzyıllarca süren seleksiyon çalışmaları sonucunda bugün tek yıllık ve otsu formuna dönüştürüldüğü açık bir gerçektir. Bunun yanında yine ilk kültüre alınan buğdayın yabani akraba formlarının başaklarının zayıf oldukları için tanelerinin etrafa saçıldığı ve yüzyıllar süren (5.000-10.000 yıl) seleksiyon çalışmaları ile taneleri dökülmeyen yeni varyeteler oluşmuştur.

Nohutun ıslahı

Bir baklagil bitkisi olan nohudun çiçekleri kendine dölleme kabiliyeti gösterdiği için tek bitkilerin seçilme işlemi kolay bir şekilde yapılabilmektedir (Singh, 1987). Kendilenmiş hatlarda açılımın çok sınırlı olmasından dolayı popülasyon içinde istenmeyen bitkilerin seçilip atılmasıyla saf hatların elde edilme işlemi kolaydır.

Bitki ıslahı çalışmaları içinde yer alan nohutta ıslah amaçları maddeler halinde aşağıda verilmektedir.

I) Yüksek verimli ve dayanıklı nohut çeşitlerinin üretimi

- Yazlık ve kışlık ekim şartlarında yüksek verim sağlayabilecek kalıtım,
- Ekstrem şartlara karşı dayanıklılık (soğuk, kurak, sıcak ve tuzluluk),
- Başlıca hastalıklara mukavemet (bakteri yanıklığı, kök çürüklüğü, solgunluk)
- İleri derecede azot fiksasyonu,

II) Geniş adaptasyon kabiliyeti,

III) Yüksek oranda toplam biyolojik verim,

IV) Mekanik tarıma uygun bitki özellikleri,

- Yüksek ve dik büyüme,
- Baklaların bitkinin üst kısımlarında meydana gelmesi,
- Yatmaya mukavemet,

V) Nohut tohum böceklerine mukavemet,

VI) Yüksek oranda pişme kalitesi, protein oranı ve kalite,

Nohut ıslahında elde edilen başarılar

- Erken olgunluk
- Geç ekim koşullarına uyum
- Abiyotik stres faktörlerine tolerans
 - *Kuraklık
 - *Düşük sıcaklık
 - *Tuzluluk

- Hastalıklara karşı direnç
 - *Fusarium solgunluğu
 - *Ascochyta yanıklığı
- Çoklu stres faktörlerine karşı direnç
- Geniş Adaptasyon
- İstenilen Bitki Türü
- Tohum Özellikleri
- Beslenme Kalitesi

Islah yöntemleri

Tüm yemeklik tane baklagil bitkilerinde olduğu gibi nohudun çiçekleri kendine dölleme potansiyelinde olduğu için popülasyonlar ya da hatlar veya genotipler içinden tek bitki seçme işlemi çok kolaylıkla yapılabilmektedir.

Kendilenme işlemine tabi tutulmuş materyallerde açılımın çok fazla olmaması nedeniyle arzu edilmeyen bitkilerin seçilerek diskart edilmesiyle saf hat tek bitkilerin elde edilmesi kolay olmaktadır. Nohut ıslahında uygulanabilecek ıslah yöntemleri 3 başlık altında değerlendirilmektedir.

Bunlar sırasıyla,

1. İntrodüksiyon
2. Seleksiyon
3. Melezleme

Bu ıslah yöntemleri içerisinde bulunan introdüksiyon ile seleksiyonun, nohut ıslahında en çok kullanılan ıslah metotları olmasının yanı sıra melezleme ıslahı da daha ziyade bir kalite parametresi olan proteinin miktar ve kalitesini artırmaya yönelik olarak uygulanabilmektedir.

1. İntrodüksiyon

Bu yöntemde biyolojik çeşitliliğe sahip olan orijin noktalarından nohudun yetiştirildiği bölgelere çeşit/çeşitlerin getirilip uygun şekilde denemesi ve adaptasyon gösterenlerin seçilmesi esasına dayanan bu yöntemde gerek yurt içinden gerekse yurt dışından getirilen nohut çeşitleri yetiştirilecek bölgede iyi uyum gösterdiklerinde doğruya üretim faaliyetlerine alınırlar ki bu ıslah yöntemine introdüksiyon denir. İntrodüksiyon yönteminde amaç; yetiştirilecek lokasyonun ekolojik şartlarına adaptasyon kabiliyeti gösteren verimi ve kalitesi yüksek olabilecek nohut çeşit/çeşitlerin ortaya konularak bu çeşit/çeşitlerin tohumlarının önce üretilip sonra yetiştiriciliğini yapacak çiftçilere ulaşmasını temin etmektir. Bu ıslah yöntemi ile getirilen nohut çeşitleri üç gaye için kullanılmaktadır.

- a) Lokasyona getirilen nohut çeşit/çeşitlerinin yetiştiriciliği yapılacak bölge koşullarında yetişebildiği kontrol edildikten sonra nohut çeşit/çeşitlerini olduğu gibi kullanmak,
- b) Getirilecek nohut çeşit/çeşitleri içerisinde yetiştiriciliği yapılacak bölge koşullarına en uygun özelliği gösteren tek bitkilerin seçimi yapılarak bu tek bitkilerden yeni bir varyete ortaya koymak (Seleksiyon).

c) Getirilecek nohut çeşit/çeşitlerinin yetiştiriciliği yapılacak bölgede yaygın bir şekilde kullanılan genotipler ile melezlemek suretiyle verim ile kalite içeriği yüksek ve hastalıklara dayanıklı yeni varyete/varyeteler elde etmek amacıyla kullanılmaktadır.

2. Seleksiyon

Neredeyse hemen hemen bütün bitkilerin ıslahında kullanıldığı gibi nohut çeşitlerinin ıslahında da başarılı bir şekilde uygulanan en eski yöntemlerden birisidir. Seleksiyon, ister doğal ister insan eli ile yapılmış olsun temeli aynı olup sonuçta arzu edilen özelliği taşıyan bitki veya bitki grubunu karışık bir popülasyon içinden ayırıp ortaya çıkarmak temeline dayanmaktadır. Yürütülen seleksiyonun etkinliği ve başarısı popülasyon içindeki değişkenlik olarak adlandırılan genetik varyabiliteye bağlıdır. Nohut ıslahında uygulanan iki seleksiyon yöntemi vardır. Bunlar sırasıyla;

I. Teksel Seleksiyon (Teksel seçme)

II. Mass Seleksiyon (Toptan Seçme)

I. Teksel Seleksiyon (Teksel seçme)

Bu seleksiyon yönteminde ele alınan varyete bir tek bitkiden çoğaltılan taneden oluşmaktadır. Teksel seleksiyon ile ortaya konulan varyete, mass seleksiyonla ortaya konulan varyeteden daha homojen olup varyetenin bütün fertleri aynı genotipe sahiptirler. Kendi kendine döllenebilen bir bitki olan nohut popülasyonları az ya da çok sayıda farklı genotipteki bitkilerden meydana gelmektedir. Böyle bir popülasyon içinde belirli koşullara göre üstün özellik gösteren farklı

bitkilerden yeteri kadar seçilerek saf hat seleksiyonu uygulanır. Ülkemizde üretici tohumluk tedarikini genellikle “yerel çeşitlerden” elde etmektedir. Kırsal kesimlerimizde atadan ataya geçmiş olan bu yerel materyaller seleksiyon için çok değerli eşsiz kaynaklardır. Uzun yıllar süresince ekolojik koşullara adapte olmuş farklı genotipteki nohut saf hatlarını kapsarlar. Böyle bir materyal içinden teksel seçim ile ortaya çıkacak çeşit genetik yönden toplu seçim sonucu elde edilen çeşide göre çok daha saf olup ancak daha fazla emek, işgücü ve fazla zaman gerektirir. Bu yöntemin nohut ıslah sürecinde uygulanma aşamaları yıllara göre şöyledir;

1. yıl,

Karışık olan nohut popülasyonu tohumun şekli ile rengine göre alt örneklere ayrılarak eldeki tohumluk miktarına göre ekimleri yapılır. Gerçekleştirilen gözlemler sonucunda her tipte üstün özellik gösteren bitkiler seçilerek ayrı ayrı hasat/harman edilirler.

2. yıl,

Seçilen bitkilerden sağlanan tohumların ayrı sıralar halinde iki metrelik bloklara 25 x 10 cm sıklığında ekimleri yapılır. vejetasyon süresince gerçekleştirilecek gözlemlerde tip dışı bitki bulunduran sıralar diskart edilerek kalan sıralar ayrı ayrı hasat/harman edilirler.

3. yıl,

Her hattın sağlanan tohumluğun, 10 hatta bir standart çeşit (yada yerel çeşit) ilave edilerek beş metrelik bloklara ekimi yapılır. Ekim normu 25 x 10 cm sıklığında olmalıdır. Bu zamanda yeterli tohumluk bulunuyorsa

ekim 3'er sıralı ve tekrarlamalı ön verim denemeleri şeklinde uygulanmalıdır.

4. yıl,

Üstünlük göstererek seçimi yapılan hat sayısı artık oldukça azalmış, tohumluk miktarı yeterli düzeye çıkmıştır. Dolayısıyla akabinde 4. yıl çeşit verim denemelerine geçilebilir. Çeşit verim denemelerinde ekim normu ön verim denemelerinde olduğunun aynısı olup ancak parsel büyüklükleri 3 x 5 m boyutlarında ve tekerrür sayısı da 4 ile 6 arasında olmalıdır. 3 yıl süre ile tekrarlanan bu dönemde hat/hatların tarımsal, teknolojik ve patolojik özelliklerin kontrolü tamamlanmış olur.

7. yıl,

Yedinci yıldan başlayarak üstün özellik gösteren saf hatlar bir sonraki safha olan bölge çeşit verim denemelerine aktarılırlar. Bu denemeler, değişik ekolojik şartlara sahip bölge ve lokasyonlarda yapılmalıdır ki böylece elde edilecek çeşit/çeşitlerin uyum yetenekleri de belirlenmiş olur. Ekim normu ve parsel ebatları çeşit verim denemelerinde olduğu gibi uygulanmalıdır.

9. yıl,

Dokuzuncu yılın sonuna kadar süren bu dönemde üstün özellik gösteren saf hat/hatlar seçilerek ardından tescil işlemleri tamamlanır.

10. yıl,

Tescil edilen yeni çeşit/çeşitlerin tohumluklarının üreticiye dağıtımını başlanmış olur.

II. Mass seleksiyonu (toptan seçme)

Bu seleksiyon yönteminin amacı, popülasyon içinden üstün genotipleri seçmek ve bunların tohumlarını karıştırmak suretiyle popülasyonun genel seviyesini ortaya çıkarmaktır. Bu yöntemle istenen fenotipik karakterleri taşıyan bitkiler toplu olarak seçilerek hasat ve ardından harman edilirler. Yöntemin teksel seçmeden olan farkı, hasat ve harmanı yapılarak tohumları karıştırılan bitki sayısının birden fazla olmasıdır. Yöntemin başarı oranı da çalışılan bitki sayısının fazlalığı ile artar. Bu metotla çok sayıda genotip bulunduran nohut yerel çeşitlerinin emniyetli ve hızlı biçimde ıslah edilmesi imkânı vardır. Bu tip seçme geniş tutulduğunda başarı oranı daha da artar. Bu nedenle bu tip çalışmada çok sayıda bitkinin toptan seçilmesi önerilir. Buna karşın toptan seçme yönteminin iki zayıf yanı vardır;

---Seçilen nohut genotiplerinin homozigot mu yoksa heterozigot mu olduklarının tahmin edilmesi zordur.

---Fenotipe bakılarak seçilen bitkilerin karakterlerinin ortam şartlarından mı yoksa genetik yapıdan mı ileri geldiğini tahmin etmek mümkün değildir.

Toptan seçme seleksiyon yönteminin nohut ıslahında uygulanması yıllara göre şöyledir;

1. yıl,

Nohut popülasyonu ya da yerel çeşit, dane şekil ve rengine göre tiplere ayrılır. Her tip 2 m'lik boloklara tohumluğun yettiği kadar 40 x 10 cm ekim sıklığında ekilir. Aynı tip içinde aynı morfolojik özellikleri

gösteren bitkiler bırakılır, diğerleri köklenerek atılır. Böylece mümkünse her tipten 200-400 bitki seçilir ve bunlar topluca hasat harman edilir. Gerek görülürse bu seçme işlemi birkaç yıl yinelenir.

2. yıl,

Bu yıldan başlayarak her tipten elde edilen tohumlar kontrol çeşidiyle (ya da yerel çeşitle) verim denemelerine alınır. Verim denemeleri 5x3 m'lik parsellere 25 x 10 cm ekim sıklığında ve 4-6 tekrarlamalı olarak gerçekleştirilir. Bu çalışma 2 yıl süre ile yürütülür.

4. yıl,

Bu yılın sonuna kadar süren bu dönemde çeşit adaylarının tarımsal, teknolojik ve patolojik karakterlerinin kontrolü sürdürülür.

5. ve 7. yıl,

Bu yıllar arasında seçilen üstün çeşit adayları Bölge Verim Denemelerine alınır. Böylece çeşitlerin adaptasyon ve üniformitesi saptanır. Bölge Çeşit Verim denemelerinde birinci ve ikinci yıl üstünlük gösteren çeşit adayların tohumları elde edildikleri kurumca üretilir. Böylece yedinci yıl sonunda çeşit adayı tescil edildiğinde üretim için yeterli tohumluk hazır bulunur.

8. yıl,

Yeni çeşidin tohumluğu çiftçiye dağıtılmaya başlanır.

Toptan seleksiyon yönteminin daha başarılı olması için ilk yıl seçilen bitkiler ayrı ayrı hasat ve harman edilir. Ertesi yıl bitki sıraları halinde

yetiştirilir. Gözlemlere göre üstünlük gösteren ve birbirine benzeyen aynı tipten seçilmiş bitki sıraları karıştırılarak üçüncü yıl verim denemelerine geçilir.

3. Melezleme

Melezleme, seleksiyonla elde edilemeyecek özelliklerin (hastalıklara dayanıklılık, tohum karakterleri, erkencilik, verimlilik vb.) çeşitlere aktarılması için uygulanması zorunlu bir ıslah yöntemi olarak bilinmektedir. Bu metot da ilk ve önemli nokta anaçların seçimidir.

Melezleme ve devamında açılan generasyonlarda seleksiyon

Kendi çiçek tozu ile tozlaşan bitkilerde olduğu gibi nohutta da uygulanabilen melezleme metodu, iki varyeteyi çaprazlamak ve melez açılımında ortaya çıkan bitkilerden ana ve babanın arzu edilen karakterlerini taşıyan bitkileri seçmekten ibarettir. Melezleme ile ana ve baba nohut varyetelerinin üstün karakterlerini bir tek bitkide toplamak mümkündür. Melezlemede esas olan ana olarak seçilen nohut bitkisinin erkek organlarının çiçek tozu açmadan önce koparılması, izolasyon torbasına alınması ve ardından baba bitkiden alınan çiçek tozlarını öldürmeden ana bitkinin stıgması üzerine taşınmasıdır.

Melezleme ıslahında etkili faktörler

---Anaçların seçimi

Melezleme ile elde edilecek çeşit, eski çeşidin yerini alacağından o bölgede yetişen çeşit anaçlardan biri olmalıdır. İkinci anaç noksan olan karakteri kuvvetli biçimde taşınmalıdır. Bir bölgede yalnız verimi

artırma yönünden bir melezleme yapılır da diğer karakterler dikkate alınmaz ise aynı bölgede yetiştirilen iki nohut çeşidi anaç olarak da seçilebilir. Böylelikle her iki çeşitteki verime ait genler yeni çeşitte toplanmış olur. Bu gibi melezlemelerde ikinci anaç farklı ekolojiden de seçilebilir. Bu gibi bazı major verim genlerinin bölgede yetişen çeşide aktarılması istenir.

---Sıhhatli Bitki

Melezlemeden sağlanacak tohum miktarını azaltabilen bir faktör de bitkilerin sıhhatli olmamasıdır. Bu nedenle iyi sonuç için anaç bitkilerin hastalık ve böceklerden korunması gereklidir.

---Kastrasyon

Kısırlaştırma ve tozlanma için seçilecek çiçeklerde, anterler tozlanmaya yakın fakat patlamamış olmalıdır. Bu zamanda tepecik olgunlaşmış ve çiçektozu kabul eder duruma gelmiştir. Genç çiçekler küçük ve nazik olduklarından birçok durumlarda zarar görebilmektedir. Nohut çiçeklerinde uygun kısırlaştırma zamanı, çiçek açımından 1 gün önceki durumdur. Bu devrede çiçek tomurcuğunda bayrak yaprak çok açık yeşilimsi beyaz ya da pembe renkli olarak görülmektedir. Çiçeğe verilecek herhangi bir zarar, çiçek dökümünü artırır. Bunun yanında melezleme yapılan çiçek salkımındaki diğer meyve ya da çiçek tomurcuklarının atılması, melezlemede tohum tutma oranını arttırmaktadır. Bu nokta, normalde çiçek meydana geldiği durumlarda önem taşır. Nohutta çiçekler çoğunlukla sabah 8-11 saatleri arasında açılır. Açan çiçekler çoğu kez birbirini izleyen iki günde birer kez açılır

ve kapanır. Bitkide günlük açılan çiçek sayısı ortalama 5, en çok da 12 tanedir. Bitkide çiçeklenme süresi çeşitlere bağlı olarak 11-18 gün arasında değişmekle birlikte açan çiçeklerin %14.04-42.50'si meyve bağlamaktadır. Bu veriler dikkate alındığında nohutta melezleme çalışmalarını sabah saatlerinde (5-10 arası) yapılması uygundur. Nohutta melezleme çalışmalarının saat 10-11 arasında yapılmasıyla sağlanan dane tutma oranı %15 olduğu halde sabah 06-08 saatleri arasında yapıldığında sağlanan dane tutma oranı %97.5 olmaktadır. Kısırlaştırma işlemleri sırasında bazı çiçek organları kolaylıkla zarar görmekte ve bunun sonucu olarak da tek taneli bakla elde etme olanağı %15-25 arasında değişmektedir.

---Kuruma

Düşük dane tutma üzerinde en etkili faktör kurumadır. Eğer melezlemeden sonra çiçeğin iç kısımları kuruyacak olursa çiçek dane tutmaz ve dökülür. Bu nedenle kısırlaştırma ve tozlanma sırasında çiçek dikkatle açılıp kapatılmalıdır. Yapılan araştırma sonuçlarına göre kuru çevre koşullarında melezlenen çiçeğin etrafında nemliliğin artırılması dane tutmayı artırıcı etkide bulunmaktadır.

---Sıcaklık

Nohutta yüksek ya da düşük sıcaklıklar çiçeğin dökülmesine ve dane tutmanın azalmasına neden olabilirler. Eğer başka özel bir durum yoksa en iyi sıcaklık seçimi nohut bitkilerinin normal çiçeklenmesindeki sıcaklık ya da hafif serin olmalıdır.

---Işık

Gün ışığı ve ışığın miktarı çiçeklenme ve tohum tutma üzerinde etkilidir. Sıcaklığın yüksek olduğu durumlarda, tozlanmadan sonra çiçeklerin gölgede bırakılması ya da ışığın düşüklüğü sıcaklığın olumsuz etkilerini önleme yönünde yararlıdır.

---Hormonlar

Bazı araştırma sonuçlarına göre bazı hormonlar tozlanmadan sonra uygulandıklarında çiçeğin dökülmesini önleme yönünde yararlı olmaktadır.

---Kısırlaştırma

Bu amaçla açılmadan bir gün önceki büyüklüğe ulaşmış olan çiçek tomurcukları seçilmelidir. Tomurcuk, sol elin baş ve işaret parmakları arasında bayrak yaprağının (*vexillum*) kapanma yeri önde görülecek biçimde tutulmalıdır. Keskin fakat düz uçlu bir pensle bayrak yaprak birleştiği yerden dikkatlice açılmalı ve kısımlara ayrılmalıdır. Bayrak yaprağının sol yarısı (çalışanın solundaki kısım) ters çevrilerek sol elin baş parmağı ile aşağıya doğru bastırılmalıdır. Sol kanatçık açılarak birleşmiş olan kayıkçığın uç kısmının görünmesi sağlanmalıdır. Pensin bir ucu kayıkçık helezonunun son kıvrımına sokulmalı ve kayıkçığın iç kısmı döndürülerek soyulmalıdır. Böylece anterler ve dişicik borusuna bağlı bulunduğu yerden parça parça dikkatlice koparılıp çıkarılmalı ve atılmalıdır. Anterlerin pek azı direkt olarak kopartılabilmektedir. Büyük çoğunluğu tepecik ve dişicik borusunun meydana getirdiği kıvrım içinde bulunduğundan dişicik borusunun uç kısmı anterler

koparıncaya kadar yukarıda tutulmalıdır. Bu işlemlerden sonra çiçek tozlanma için hazırlanmış olur.

---Çiçek tozlarının sağlanması

Bu iş için çiçek tozu keseleri yeni patlamış olan taze çiçekler seçilir. Çiçek, kısırlaştırma işleminde olduğu gibi sol elle tutulur. Sağ elle çiçeğin sol kanatçığı aşağıya doğru bastırılarak patlamış olan çiçektozu keseleri ile tozlanmış olan tepecik ve dişicik borusunun bir kısmı kayıkçığın ucundan dışarı çıkar. Dışarı çıkan dişicik borusu koparılır ve tozlayıcı fırça olarak kullanılır.

Açılan generasyonlarda seleksiyon

Teksel seçme (Pedigri) yöntemi

Melezlemeyi izleyen sürede F₂'de açılma görülmeye başlandığında bu dönemde teksel yöntemle seçme işlemlerine başlanır. Nohutta melezleme ıslahında teksel seçme yöntemi, kendini dölleyen diğer baklagillerde uygulandığı biçimde yürütülür. Bu yöntemin nohut ıslahında yıllara göre uygulanması şöyledir.

1. yıl,

Sahip oldukları karakterler yönünden birbirini tamamlayan iki çeşit seçilir ve bunlar anaç olarak kullanılarak melezlenir. Melezlemede anaç olarak kullanılacak çeşitler melezleme bloklarında yetiştirilir. Bu bloklar 2-4 m genişliğindedir. Anaçların yetiştirilmesinde dikkat edilecek noktalar, baba çeşitlerin ana bitki sıralarının arasında yetiştirilmesidir. Bloklarda sıralar arası 50 cm olmalıdır. İki ana bitki

sırası arasında bir baba sırası bir parseli oluşturur. Her parsel arasında 1 m'lik açıklık bulunmalıdır. Bu açıklık kısırlaştırma ve tozlama işlemlerinin kolaylıkla yürütülmesi yönünden gereklidir. Melezleme ıslahında anaç olarak kullanılacak çeşitler 10-20 günlük aralıkla birkaç kez ekilir. Böylece çiçeklenme zamanları farklı olan çeşitlerde melezleme yapma olanağı sağlanır. Yeterli alan bulunduğu hallerde melezleme bahçesi iki ana bitki bloku arasında bir baba bloku yerleştirerek de kurulabilir. Ana bloklarında her iki sıra bir parsel oluşturur ve 50 cm sıra aralığı ile ana bitki tohumları ekilir. İkişerli sıralar arasında bir metre açıklık bırakılır. Baba blokunda ise sıralar arası 50 cm olarak ekilen üç sıra, baba parselini oluşturur. Parseller arasında açıklık bırakılmaz. Bloklar üzerindeki parsellere ayrı kombinasyonları oluşturacak çeşitler ekilebileceği gibi aynı kombinasyonu oluşturacak çeşitlerin değişik zamanlı ekimleri de yapılabilir.

2. yıl,

Birinci yıl elde edilen melez tohumlardan F₁ bitkileri için yetiştirme yapılır. Burada amaç, mümkün olan en fazla melez danenin sağlanmasıdır. Bu nedenle melez tohumlar bloklara 50 x 20 ya da 50 x 40 cm ekim sıklığında ekilir. Parsellerin baş ve sonunda birer sıra halinde ana ve baba çeşitler yetiştirilir. Melez tohumlar bu iki sıra arasında 1 ya da 2 sıra için yeterlidir. Bu ekim şekliyle yetişen bitkilerin melez olup olmadıkları kolaylıkla kontrol edilir. F₁ dölünde açılma olmadığı için bitkiler topluca hasat ve harman edilir.

3. yıl,

Bir önceki yıl elde edilen tohumlar ekilerek F₂ bitkileri yetiştirilir. Bu generasyonda açılma başlar. Bitkiler arasındaki genotipik farklılığın kolaylıkla görülebilmesi için F₂ bitkileri 50 x 15 ya da 50 x 20 cm ekim sıklığında yetiştirilir. Eldeki tohumluğun fazla olması ekilen sıra sayısını artırır. Bu ekimde, daha önce açıklandığı gibi yapılmalıdır. Yetiştirme süresince yapılan gözlemlerle üstünlük gösteren bitkiler seçilir ve ayrı ayrı hasat ve harman edilirler.

4. yıl,

Bir önceki yıl seçilen bitkilerden elde edilen tohumlar, F₃ bitkilerini yetiştirmek amacıyla gözlem parsellerine ekilirler. Burada ekim sırası, her bitkiden elde edilen tohumluk miktarına bağlı olarak 1-4 arasında değişir. Yetiştirme süresince yapılan gözlemlere göre üstünlük gösteren bitkiler seçilir ve ayrı ayrı hasat harman edilir. Bu işlemler beşinci yıl yinelenir.

6. yıl,

Seçilen tek bitkilerde homozigotluk büyük ölçüde artmıştır. Bu nedenle beşinci yılda tek bitkilerden sağlanan tohumluk 4 m'lik bloklarda sıralar halinde yetiştirilerek F₅ bitkileri elde edilir. Yetiştirme mevsimi süresince yapılan gözlemlere göre üstünlük gösteren bitki sıraları seçilir. Seçilen sıralarda tip dışı bitkiler atılır ve kalan bitkiler topluca hasat ve harman edilir.

7. yıl,

F₆ düzeyine gelmiş olan tohumlukla ön verim denemelerine geçilir. Bu denemeler 5 m'lik bloklarda 25 x 10 cm ya da 30 x 10 cm ekim sıklığında üçer sıralı ve yeterli tohumluk varsa tekrarlamalı olarak yapılmalıdır.

8.ve 10. yıllar,

F₇ ve F₉ generasyonlarını kapsayan bu dönemde ön verim denemelerinden seçilmiş olan çeşit adayları, çeşit verim denemelerine alınır. Bu denemelerde parsel büyüklüğü 5 x 3 m, ekim sıklığı 25 x 10 ya da 30 x 10 cm, tekrarlaması 4-6 olmalıdır. Üç yıl süren bu dönemde çeşit adaylarının tarımsal, teknolojik ve patolojik karakterlerinin kontrolü tamamlanır.

11. ve 13. yıllar,

F₁₀ ve F₁₂ generasyonlarını kapsayan bu dönemde çeşit verim denemelerinde üstünlük gösteren çeşit adayları, değişik ekolojik koşullara göre Bölge Verim Denemelerine alınır. Bu denemelerde üstünlük gösteren çeşit adaylarının tescil işlemleri tamamlanır. Bölge Verim Denemelerinin ilk iki yılında üstünlük gösteren çeşit adayının tohumluğu ıslahçı tarafından üretilir. Böylece çeşit tescil edildiğinde elde dağıtılacak kadar tohumluğun bulunması sağlanır.

14. yıl,

Tescil edilen çeşidin tohumluğu çiftçiye dağıtılır.

Toptan seçme (Bulk) yöntemi

Bu yöntemin teksel seçmeye oranla üstünlüğü daha az emek ve zaman gerektirmesi ile seçme işlemlerine daha sonraki kuşaklarda başlanmasıdır. Yöntemin nohut ıslahında yıllara göre uygulanması şu şekildedir;

1. yıl,

Taşıdığı karakterler yönünden birbirini tamamlayan çeşitler anaç olarak seçilir ve teksel seçme bölümünde açıklandığı üzere yetiştirilip melezlenir.

2. yıl,

Önceki yıl elde edilen melez tohumlar F_1 dölü olarak gözlem parsellerinde yetiştirilir. F_1 bitkileri üniform olduğundan burada herhangi bir işlem yapılmaz. Bitkiler topluca hasat ve harman edilirler.

3. yıl,

F_1 bitkilerinden sağlanan tohumlar toplu olarak gözlem parsellerinde yetiştirilerek F_2 bitkileri elde edilir. Yetiştirme süresince parsellerde görülen tip dışı bitkiler atılır, kalan bitkiler toplu hasat ve harman edilir. Bu işlem F_3 'te de **(4. yıl)** yinelenir.

5. yıl,

F_4 dölü olarak yetiştirilen bitkiler arasında isteğe uygun tek bitkiler seçilir. Seçilen bitkiler ayrı ayrı hasat ve harman edilir.

6. yıl,

Seçilen tek bitkilerden elde edilen tohumlar bitki sıraları halinde yetiştirilerek F₅ bitkileri elde edilir. Bu dönemde isteğe uygun bitki sıraları seçilir. Seçilen sıralardaki bitkiler topluca hasat ve harman edilir.

7. yıl,

F₅'te seçilen hatlar Ön Verim Denemelerine alınarak basit verim kontrolü yapılır. Bu dönemde seçilen hatlarla teksel seçme yönteminde açıklandığı gibi Çeşit ve Bölge Verim Denemelerine geçilir. Bu denemelerdeki ekim sıklığı, parsel büyüklüğü ve tekrarlama sayıları teksel seçmede uygulandığı gibidir.

Geriye melezleme yöntemi

Bir bölgede ıslah edilmiş çeşitlerin bazı eksik ya da uygun olmayan karakterlerinin tamamlanmasında geriye melezleme yöntemi uygulanır. Geriye melezleme, F₁ bitkilerinin tekrarlanan anaçla tekrar melezlenmesi olarak tanımlanır. Geriye melezlemede iki tip anaç vardır. **Birincisi** melezlemede birkaç kez kullanılan “Tekrarlanan anaç”dır. Bu anaç, ıslah edilmiş fakat eksik karakteri bulunan ticari çeşittir. **Diğeri ise** tekrarlanan anaca bir ya da birkaç karakteri veren “Donor” anaçtır. Bu ıslah yöntemi genellikle baklagil bitkilerinde hastalıklara dayanıklılık ıslahında kullanılmaktadır.

MUTASYON ISLAHI

Geleneksel ıslah yöntemlerinde ıslah süresinin uzun olmasından dolayı genetik tabanda daralma söz konusu olabilmektedir. Bundan dolayı genetik değişkenliğin arttırılmasında bir ıslah yöntemi olan mutasyon ıslahı faydalı olabilmektedir (Van Harten, 1998).

Mutagenler

Mutasyon, canlı bir organizmanın karakteristiğinde ani bir kalıtsal değişim olarak tanımlanabilmektedir. Mutasyonları indükleyen ajanlara mutagenler denmektedir. Mutagenler fiziksel radyasyon ve kimyasal mutagenler olmak üzere 2 tiptir. Mutagenler yalnızca bir ürün türünde genetik çeşitlilik yaratmak için faydalı olmakla kalmaz aynı zamanda hasat sonrası depolama sırasında zararlıların etkin kontrolü için de faydalıdır (Toker ve ark., 2005). Mutasyon ıslah programlarına başlamadan önce aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır;

- 1) Mutasyonlar çoğunlukla çekiniktir ve ikinci generasyon M_2 'de seçilebilirler. Çekiniklerden farklı olarak baskın mutasyonlar çok küçük frekanslarda meydana gelir ve M_1 'de seçilebilirler. Poligenik özelliklerin seçimi M_3 'ün bireysel bitki progenlerinde başlatılmalıdır.
- 2) Mutasyonlar çok düşük sıklıklarla (~%0,1) faydalıdır, tedaviler ise canlı organizmalarda çimlenmeyi, büyüme hızını, canlılığı ve polen ve yumurta doğurganlığını azaltır.

3) Mutasyonlar rastgele oluşturulur ve herhangi bir gen(ler) de meydana gelebilirler. Bununla birlikte bazı gen(ler) diğerlerinden daha fazla uyarılabilir.

4) Mutasyonlar tekrarlanabilir. Herhangi bir bitki türündeki aynı gen(ler) tekrar indüklenebilir.

5) Mutasyonlar, yakından bağlantılı gen(ler) nedeniyle genellikle pleiotropik etkilere sahiptir.

Çeşit, mutagen ve doz seçimleri mutasyon ıslah programında çok iyi planlanmalı ve iyi tanımlanmalı ve istenen mutasyonları da seçebilecek kadar büyük olmalıdır.

Mutasyon ıslahının avantajları

Mutasyon ıslahı sadece bir türde değişkenlik yaratmakla kalmaz aynı zamanda melezlemelerle karşılaştırıldığında indüklenmiş mutasyon yoluyla çeşitlerin gelişimi için geçen süreyi kısaltır. Mutasyon ıslah programına başlangıcından mutant çeşitlerin geliştirilmesine kadar geçen ortalama süre yaklaşık olarak 9 yıldır (Brock, 1977).

Mutasyon ıslahının dezavantajları

İstenen mutasyonların sıklığı çok düşüktür (~%0.1). Mutasyon ıslahının başarısı, metodolojiye, etkili tarama tekniklerine, M₁'de yetiştirilen popülasyona ve ardışık nesillere bağlıdır. M₁'deki popülasyon ne kadar büyükse istenen mutantların seçimindeki başarı da o kadar fazladır. Yetiştiriciler, arzu edilen mutasyonlar için büyük

popülasyonu taramak zorundadır. Büyük popülasyonlarda çalışmak da aynı zamanda önemli ölçüde zaman ve emek alacaktır.

KAYNAKLAR

- Abbo, S., Berger, J., Turner, N. (2003b). Evolution of Cultivated Chickpea: Four Bottlenecks Limit Diversity and Constrain Adaptation. *Functional Plant Biology*, 30: 1081-1087 p.
- Anonymous, (2020). www.dpt.gov.tr (Erişim tarihi: 20.08.2022).
- Anonymous, (2020). FAOSTAT. <http://apps.fao.org>, (Erişim tarihi: 20.08.2022).
- Bahl, P.N., Salimath, P.M., Malik, B.A., Dahiya, B.S., Deshmukh, R.B., Rangaswamy, P. (1990). New approaches in chickpea breeding and prospects in the nineties. In: Chickpea in the Nineties: Proceedings of the 2nd International Workshop on Chickpea Improvement. 4-8 December 1989. ICRISAT, Hyderabad, India, 225-232 p.
- Bar-Yosef, O. (1998) The Natufian culture in the Levant, threshold to the origins of agriculture. *Evolutionary Anthropology*, 16 (5): 159-177 p.
- Brock, R.D. (1977). Prospects and Perspectives in Mutation Breeding. Genetic Diversity in Plants. Plenum Press, New York, 117-132 p.
- Diamond, J. (1997) Location, location, location: the first farmers. *The American Association for the Advancement of Science. Science* 278, 1243-1244 p.
- Hernando Bermejo, J.E., Leon, J. (1994). Neglected crops: 1492 from a different perspective. Plant Production and Protection, Series No. 26. FAO, Rome, Italy, 289-301 p.
- Iruela, M., Rubio, J., Cubero, J.I., Gil, J., Millan, T. (2002). Phylogenetic analysis in the genus Cicer and cultivated chickpea using RAPD and ISSR markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 104: 643-651 p.
- Köseoğlu, K. (2017). *Cicer arietinum L. ve Cicer reticulatum L. arasındaki karşılıklı türler arası melezlerde verim öğeleri ve trasgresif açılmaların karşılaştırılması* (Yüksek Lisans Tezi). Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Antalya, 38 p.
- Ladizinsky, G., Adler, A. (1976b). The Origin of Chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Euphytica*, 25 (1): 211-217 p.

- Ladizinsky, G. (1998). *Plant Evolution Under Domestication*. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands.
- Moreno, M.T., Cubero, J.I. (1978). Variation in *Cicer arietinum* L. *Euphytica*, 27: 465-485 p.
- Singh, K.B. (1987). Chickpea Breeding. In: Saxena MC, Singh KB (eds), *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, 127-162 p.
- Tanno, K.I., Willcox, G. (2006). The Origins of Cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: Early Finds from Tell El-Kerkh, North-West Syria, Late 10th Millennium BP. *Vegetation History and Archaeobotany*, 15 (3): 197-204 p.
- Toker, C., Uzun, B., Cancı, H., Ceylan, F.O. (2005). Effects of Gamma Irradiation on the Shoot Length of Cicer Seeds. *Radiation Physics and Chemistry*, 73: 265-367 p.
- Toker, C., Uzun, B., Ceylan, F.O., İkten, C. (2014a). Chickpea. In *Alien Gene Transfer in Crop Plants*, 2: 121-151 p, Springer New York.
- Van Der Maesen, L.J.G. (1972). *Cicer* L., a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum* L.), its ecology and distribution. Mendelingen Landbouwhogeschool Wageningen, Wageningen, The Netherlands, 1-341 p.
- Van Der Maesen, L.J.G. (1984) Taxonomy, distribution and evolution of chickpea. In: Witcombe, J.R. and Erskine, W. (eds) *Genetic Resources and Their Exploitation-Chickpeas, Faba Beans and Lentils*. Martinus Nijhoff/Junk, The Hague, The Netherlands, pp. 95-104 p.
- Van Harten, A.M. (1998). *Mutation Breeding: Theory and Practical Applications*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Van Oss, R., Abbo, S., Eshed, R., Sherman, A., Coyne, C.J., Vandemark, G.J., Zhang, H.B., Peleg, Z. (2015). Genetic Relationship in Cicer Sp. Expose Evidence for GeneFlow Between the Cultigen and Its Wild Progenitor. *PloS one*, 10 (10): e0139789.
- Vavilov, S.I. (1950). *The Microstructure of light*. Russian edition of *USSR academy of science*, Moscow.

BÖLÜM 5

BEZELYE (*Pisum sativum* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Zemran MUSTAFA¹

Dr. Öğr. Üyesi Pervin ERDOĞAN²

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA³

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. zemustafa@hotmail.com
ORCID NO: 0000-0002-1754-6320

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. pervinerdogan@sivas.edu.tr
ORCID NO: 0000-0001-5553-4876

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. fsarikaya@sivas.edu.tr
ORCID NO: 0000-0001-7277-1128

GİRİŞ

Bezelye (*Pisum sativum* L.), Leguminosae ailesine ait tek yıllık, kendine tozlaşan bir bitkidir (Şekil 1). İki türden (*P. sativum* ve *P. fulvum*) oluşan *Pisum* L. cinsinin bir üyesi olmakla birlikte serin ılıman ve Akdeniz ikliminde yetişmeye uygundur (Zohoray ve ark., 2000). Bulunduğu ailenin diğer üyelerine benzer şekilde, atmosferden azotu sabitleyebilen ve dışarıdan verilen gübre ihtiyaçlarını azaltan toprak kaynaklı simbiyotik *Rhizobium* bakterilerini kök nodüllerinde barındırırlar (Crews ve ark., 2004). Bezelye ekilen tarlalarda 87–222 kg/ha/yıl azot sabitlenebilir. Hasattan sonra ise kök ve sapın tarlaya bırakılması ve bunların toprağa karıştırılması ile ekilecek yeni ürünler için hektara 20–50 kg azot kazandırılabilir (Salunkhe ve ark., 1994). Bu özellikleri ile bezelye ürün rotasyonu için çok değerli bir bitkidir (Nemecek ve ark., 2008).

EVCİLLEŞTİRME

Bezelye, evcilleştirilen en eski bitkilerden biridir. Kullanımının, Bereketli Hilal adı verilen bölgede MÖ 10.000'e kadar dayandığı belgelenmiştir. Günümüzde yabani akrabaları Yakın Doğu, Akdeniz, Orta Asya ve Batı Afrika'da bulunabilmektedir. Ancak, bezelyenin çok eskiden beri ekiminin yapılması, özellikle Akdeniz bölgesinin ve Orta Doğu'nun büyük bölümlerinin insan faaliyetleri ve değişen iklim koşulları vasıtasıyla önemli ölçüde etkilenmesi nedeniyle, çeşitlilik merkezinin kesin konumunun belirlenmesi zorlaşmaktadır (Ambrose 1995).

Bezelye tarih boyunca diğer baklagil tahıllarına eşlik ederek Orta Doğu ve Akdeniz'deki erken dönem uygarlıklarının önemli bir besin kaynağı olmuştur. Avrupa'da Taş ve Tunç Çağlarından ve Hindistan'da MÖ 200'den bu yana yetiştirilmiştir (De Candolle, 2007). Yakın Doğu ve Akdeniz bölgeleri de bezelyenin ilk evcilleştirme alanlarıdır. Bezelye yetiştiriciliği Bereketli Hilal'den günümüz Rusya'sına ve batıya doğru Tuna nehri vadisi yoluyla antik Yunanistan ve Roma'ya yayılmıştır. Bununla beraber Avrupa'ya ve/veya Kuzey ve Batı Avrupa'ya yayılmaya devam etmiştir. Diğer taraftan, bezelye İran, Hindistan ve Çin gibi doğu ülkelerine de taşınmıştır (Chimwamurombe ve ark., 2011).

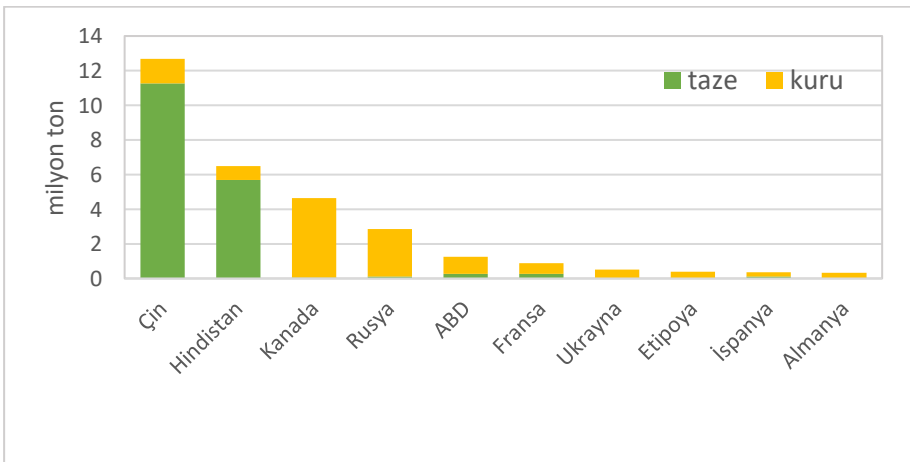


Şekil 1. Baklalar ve İçinde Tohumları Gelişen Bezelye Bitkisi (Wikimedia, 2022a)

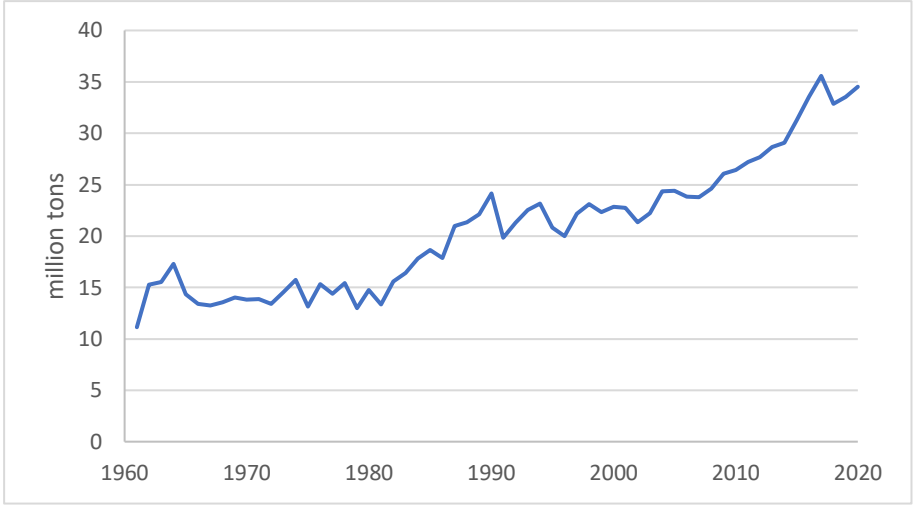
DÜNYADA BEZELYE YETİŞTİRME İSTATİSTİKLERİ

Bezelye, fasulyeden sonra en önemli ve en çok üretilen baklagillerden birisidir. 2020 yılında FAOSTAT kayıtlı taze bezelye üreten 87 ülkenin toplam üretim miktarı 19,9 milyon ton olurken, kuru bezelye üreten kayıtlı 99 ülkenin toplamda 14,6 milyon ton mevcut üretimi olmuştur. İlk on üretici ülke olan Çin, Hindistan, Kanada, Rusya, ABD, Fransa, Ukrayna, Etiyopya, İspanya ve Almanya toplam dünya bezelye üretiminin %88'inden fazlasını gerçekleştirmektedir. Taze bezelye ağırlıklı olarak Çin, Hindistan, ABD ve Fransa'da, kuru bezelye ise ağırlıklı olarak Kanada, Rusya, Çin ve ABD'de üretilmektedir (Şekil 2).

Bezelye üretimi son 60 yıldır istikrarlı bir şekilde artma eğiliminde olmuş ve 1980'lerin başından beri iki katına çıkmıştır (Şekil 3) (<http://www.fao.org/faostat/>). Dünyada, 2013 yılı verilerine göre 24,624 ticari çeşit, 8,455 ıslah hattı, 25,725 yerel popülasyon, 6198 mutant stok ve 1551 yabancı *Pisum* sp. ile toplam 73,931 erişim kaydedilmiştir (Smykal ve ark., 2013).



Şekil 2. Dünyanın En Çok Bezelye Üreten On Ülkesi



Şekil 3. Dünya’da 1961-2020 Yılları Arasında Bezelye Üretimi

ÜRETİM VE YETİŞTİRİCİLİK

P. sativum türü altında filogenetik olarak farklı iki popülasyon vardır: *P. sativum* subsp. *elatius* Bieb. ve *P. sativum* subsp. *sativum* (Zohary ve ark., 2000, Davis, 1970).




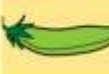










Modern Bezelye çeşitleri bitkinin dik durmasını sağlayan daha sert gövdelere sahiptir ve "afila" çeşitlerin yaprakçıkları sülüğe dönüştürülmüştür. Sülükler birbirine kıvrılarak ek destek sağlarlar. Nemli büyüme koşulları sap uzunluğunu ve indeterminant büyümeyi artırabilir. Tarımsal tekdüzelik ve apikal kararlılık için ıslahta kesinlik çok önemlidir çünkü nemli büyüme koşullarında büyümede daha uzun sap ve belirsizlikler ortaya çıkabilmektedir. Yoğun ıslah çalışmaları sayesinde çiçek ve bakla birbirine yakınlaşıp tekli mekanik hasat için uyumlu hale getirilmiştir (Biddle, 2017).

ÇEŞİTLER

Bezelye zengin bir çeşitliliğe sahiptir. Boy olarak kısa ve uzun boylu tırmanıcı, tohum ve kotiledon renginde sarı ve yeşil, çiçek renginde beyaz mor ve mavi, tohumlarda boyut ve doku gibi farklılıklar gözlemlenir (Şekil 4 ve 5) (Zohary ve ark., 2000).



Şekil 4. Evcilleştirilmiş *Pisum Sativum*'da Genellikle Beyaz Yaprakları Olan Çiçeklere Göre Renkli Taç Yaprakları Olan Bir Popülasyon. Bitişik Bitkilerden İç İçe Geçen Dallar, Tek Tek Gövdelerin Dik Durmasını Sağlamaktadır (Matt Lavin 2019)

Tohum		Çiçek		Bakla		Gövde	
Şekil	Cenek	Renk	Şekil	Renk	Yer	Boyut	
							
Yuvarlak	Sarı	Beyaz	Tam	Sarı	Yan çiçek	Uzun	
							
Buruşuk	Yeşil	Mor	Sakasmış	Yeşil	Üç çiçek	Kısa	

Şekil 5. Bezelye Bitkisinin Özellikleri (Wikimedia, 2022b)

Bezelye çeşitleri, büyük tohumlu, beyaz çiçekli ve daha kısa dallı bahçe bezelyesini (var. *sativum*, asma bezelyesi, sebze bezelyesi) ve küçük tohumlu, renkli çiçekli ve uzun dallı tarla bezelyesini (var. *arvense*, kuru bezelye) içermektedir (Warkentin ve ark., 2015).

Bahçe bezelyesi taze hasat, konserve veya dondurulmuş olarak kullanılmaktadır. Dünyanın ılıman bölgelerinin çoğunda yetiştirilirler. Üretimi için ana sınırlayıcı faktör sıcaklık, toprağın yapısı ve mahsulleri işleyebilecek fabrikaların varlığıdır. Taze bezelye genellikle elle (hasat sırasında baklaya verilen zararı azaltmak için) olgunlaşmamış bakla ve tohum olarak toplanır ve bahçe bezelyesi olarak da bilinir. Öte yandan, bütün baklaları için yetiştirilen bazı bezelyeler mangetout, kar ve şeker bezelye olarak bilinir. Geriye kalan ve üretimin çoğunluğunu oluşturan kısım ise asma bezelyesi olarak bilinir. Asma bezelyenin hasadı sırasında kabukları gövdelerinden ayrılarak kısa sürede konserve veya dondurulmuş olarak işlenir. İşlem, hasattan fabrika teslimine kadar geçen sürenin 2 saat kadar kısa olmasına izin verecek şekilde yüksek oranda mekanize edilmiştir.

Tarla bezelyeleri, genellikle büyük ölçekte yetiştirilen ve kuru hasat edilen bezelyelerden oluşur. Doğrudan hayvan yemi olarak veya işlenmiş yem bileşeni olarak kullanılmaktadır. İlkbaharda ekilen bezelyelerin çoğu, 5-6 ay arasında değişen kısa bir olgunlaşma süresine sahiptir ve bu sayede sonbahar yağışlarından önce hasat edilir. Bu durum nemle ilgili hastalıklardan kaçınmayı sağlayabilmektedir. Hasadı, bezelye hasadı için uyarlanmış tahıl biçerdöveri ile yapılmaktadır. Bezelyelerin zarar görmeden hasat edilebilmesi için olgunlaşmasını tamamlaması ve %25'ten daha az su içeriğine sahip olması gerekir. Depolama için ise su içeriğinin 43°C sıcaklıkta hava üflenerek %14'e kadar düşürülmesi gerekmektedir (Biddle, 2017).

BEZELYE EKİMİ

Bezelye çimlenmesi için optimum sıcaklık 18-22°C'dir. Daha düşük sıcaklıkları da tolere edebilen bu bitki dona karşı hafif bir dirence sahiptir. Öte yandan, 25°C ve daha yüksek sıcaklıklar verimi olumsuz yönde etkiler. Soğuktan ılık havaya geçişin yavaş olduğu bölgeler bezelye için ideal bir büyüme ve gelişmeye olanak sağlar. Bezelye, ağır topraklar hariç her türlü toprakta yetiştirilebilir. Yeterli miktarda organik madde barındıran ve pH'ı 6.0 ila 7.5 olan topraklarda iyi yetişir. Arazi hazırlama işlemi, arazinin durumuna bağlı olarak değişmektedir. Anız ve organik madde varsa, kültivatör kullanılmadan önce toprak sürülmeli veya ufalanmalıdır. Ekim, sırta ekim veya düz ekim olarak yapılabilir.

Mekanize ekimlerde dekara tohum miktarı erkenci çeşitlerde 45 kg, ana sezon çeşitlerde 30 kg olmalıdır. Elle ekimde tohumlar iyi çimleniyorsa

tohum oranı 10-12 kg/dekara kadar düşürülebilir. Sıra arası x Sıra üzeri mesafe erkenci çeşitlerde 30 x 7,5 cm, ana sezon çeşitlerinde ise 30 x 10 cm olmalıdır. Bezelye ekiminin daha önce yapılmadığı alanlarda, nodül oluşumunu ve hızlı büyümeyi sağlamak için tohumların bakteri (*Rhizobium leguminosarum*) kültürü ile muamele edilmesi tavsiye edilir. Bu muamele bitki verim ve kalitesini olumlu yönde etkilemektedir.

Bitki verimi, topraktaki organik maddenin varlığı ile önemli ölçüde ilişkilidir. Toprakta organik madde eksikliği olması durumunda bir dönüm araziye sekiz ila on ton arası yanmış çiftlik gübresi veya kompost uygulanmalıdır. Çiftlik gübresi toprak hazırlanırken toprağa karıştırılmalıdır. Verilen gübrelere ek olarak bitkinin ihtiyacı dahilinde kimyasal gübreleme yapılması gerekmektedir. Bezelyenin toprak gereksinimleri dekar başına 3-4 kg azot, 8-10 kg fosfor, 20 kg potasyum olarak belirlenmiştir.

Yabani otlarla mücadele için ilaç uygulamasının yapılması gerekmektedir. Yabani ot ilacının daha etkili olması için uygulanırken toprağın nemli olması gerekmektedir. Sonrasında ise yabancı otları kontrol altında tutmak ve istenilen toprak yapısını korumak için en az iki çapalamaya ihtiyaç duyulmaktadır. İlk çapalama dört haftalık çimlenmeden sonra, ikinci çapalama ise sekiz haftalık çimlenmeden sonra yapılmalıdır.

Düz ekim yönteminde tohumların uygun toprak nemi koşullarında ekilmesi çok önemlidir ve ilk sulama tohumlar çimlendikten sonra yapılmalıdır. Tohumların sırtlara ekilmesi gerekiyorsa ekimden hemen

sonra sulama yapılmalıdır. Ekim sırasında suyun sırtlardan taşmamasına dikkat edilmelidir. Bir sonraki sulama çiçeklenmede ve daha sonra gerekirse meyve oluşumunda yapılmalıdır. Bezelye, sınırlı sulama ve yağmurla beslenen bir mahsul olarak yetiştirilebilmektedir. Toprak tipine, hava şartlarına, ekim zamanına ve çeşidin olgunluk grubuna bağlı olarak gerekli toplam sulama sayısı 2-4 arasında değişmektedir. Gevşek kumlu topraklarda sulama sıklığı arttırılmalıdır. Sulamada damla sulama yöntemi kullanıldığı takdirde hem bezelye verimi artar hem de geleneksel sulama yöntemine göre %30 su tasarrufu sağlanır.

Bezelye kısa süreliğine 0-2°C sıcaklıkta ve %85-95 bağıl nemde soğuk hava depolarında 7-10 gün kadar saklanabilir. Sıcaklık 0°C altına düşerse buz kristalleri oluşmaya başlar. Çözüldüğünde ise bakla dokusu olumsuz etkilenmektedir (Dhall, 2017).

BESİN DEĞERLERİ

Bezelyenin çiğ besin değerleri baklasız ve bakla ile birlikte Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Çiğ Bezelye Besin Değerleri (100 g) (USDA: Food Data Central)

Madde	Çiğ yeşil bezelye	Çiğ bezelye, yenilebilir bakla ile	Madde	Çiğ yeşil bezelye	Çiğ bezelye, yenilebilir bakla ile
Su	88,9 g	78,9 g	Yağ asitleri, toplam doymuş	0,039 g	0,071 g
Enerji	42 kcal	81 kcal	SFA 4:0	0 g	0 g

Enerji	176 kJ	339 kJ	SFA 6:0	0 g	0 g
Protein	3 g	5,42 g	SFA 8:0	0 g	0 g
Toplam lipid (yağ)	0,2 g	0,4 g	SFA 10:0	0 g	0 g
Kül	0,56 g	0,87 g	SFA 12:0	0 g	0 g
Karbonhidrat, farkla	8 g	14,4 g	SFA 14:0	0,002 g	0 g
Lif, toplam	2,6 g	5,7 g	SFA 16:0	0,033 g	0,064 g
Şekerler, toplam NLEA dahil	4 g	5,67 g	SFA 18:0	0,003 g	0,007 g
Kalsiyum, Ca	43 mg	25 mg	Yağ asitleri, toplam tekli doymamış	0,021 g	0,035 g
Demir, Fe	2,08 mg	1,47 mg	MUFA 16:1	0 g	0 g
Magnezyum, Mg	24 mg	33 mg	MUFA 18:1	0,021 g	0,035 g
Fosfor, P	53 mg	108 mg	MUFA 20:1	0 g	0 g
Potasyum, K	200 mg	244 mg	MUFA 22:1	0 g	0 g
Sodyum, Na	4 mg	5 mg	Yağ asitleri, toplam çoklu doymamış	0,089 g	0,187 g
Çinko, Zn	0,27 mg	1,24 mg	PUFA 18:2	0,075 g	0,152 g
Bakır, Cu	0,079 mg	0,176 mg	PUFA 18:3	0,013 g	0,035 g
Manganez, Mn	0,244 mg	0,41 mg	PUFA 18:4	0 g	0 g
Selenyum, Se	0,7 µg	1,8 µg	PUFA 20:4	0 g	0 g
C vitamini, toplam askorbik asit	60 mg	40 mg	PUFA 20:5 n-3 (EPA)	0 g	0 g
Tiamin	0,15 mg	0,266 mg	PUFA 22:5 n-3 (DPA)	0 g	0 g

Riboflavin	0,08 mg	0,132 mg	PUFA 22:6 n-3 (DHA)	0 g	0 g
Niasin	0,6 mg	2,09 mg	Yağ asitleri, toplam trans	0 g	0 g
Pantotenik asit	0,75 mg	0,104 mg	Kolesterol	0 mg	0 mg
B-6 vitamini	0,16 mg	0,169 mg	Triptofan	0,027 g	0,037 g
Folat, toplam	42 µg	65 µg	Treonin	0,099 g	0,203 g
Folik asit	0 µg	0 µg	İzolösin	0,161 g	0,195 g
Folat, gıda	42 µg	65 µg	Lösin	0,228 g	0,323 g
Folat, DFE	42 µg	65 µg	Lizin	0,202 g	0,317 g
Kolin, toplam	17,4 mg	28,4 mg	Metionin	0,011 g	0,082 g
B12 vitamini	0 µg	0 µg	Sistin	0,032 g	0,032 g
B-12 vitamini, eklendi	0 µg	0 µg	Fenilalanin	0,09 g	0,2 g
A vitamini, RAE	54 µg	38 µg	Tirozin	0,099 g	0,114 g
Retinol	0 µg	0 µg	Valin	0,273 g	0,235 g
Karoten, beta	630 µg	449 µg	Arginin	0,134 g	0,428 g
Karoten, alfa	44 µg	21 µg	Histidin	0,017 g	0,107 g
Kriptoksantin, beta	0 µg	0 µg	Alanin	0,058 g	0,24 g
A vitamini, IU	1090 IU	765 IU	Aspartik asit	0,228 g	0,496 g
Likopen	0 µg	0 µg	Glutamik asit	0,448 g	0,741 g
Lutein + zeaksantin	740 µg	2480 µg	Glisin	0,072 g	0,184 g
E Vitamini (alfa-tokoferol)	0,39 mg	0,13 mg	Prolin	0,063 g	0,173 g
E vitamini, eklendi	0 mg	0 mg	Serin	0,125 g	0,181 g
D Vitamini (D2 + D3), Uluslararası Birimler	0 IU	0 IU	Etil alkol	0 g	0 g

D Vitamini (D2 + D3)	0 µg	0 µg	Kafein	0 mg	0 mg
K vitamini (filokinon)	25 µg	24,8 µg	Teobromin	0 mg	0 mg

SONUÇ

Bezelye, baklagiller arasında farklı şekillerde kullanılabilen ve nispeten az bir işlemeyle insan ve hayvan gıdası olarak tüketilen önemli bir bitkidir. İnsan beslenmesinde bakliyatın kanser, kalp hastalığı ve diyabet gibi hastalıkları önlemede önemli bir rolü olduğu da yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Bakliyat olarak bilinen büyük tohumlu baklagillerin yenilebilir kuru tohumları, tahıllardan daha yüksek düzeyde protein ve düşük glisemik indeksli hem çözümler hem de çözünmeyen yüksek düzeyde lif içermektedir. (Pulse Canada, 2008). Gelişmiş ve gelişmekte olan dünyanın birçok bölgesinde kimyasal gübre ve pestisit kullanımını azaltma baskısı arttıkça, baklagillerin ekim rotasyonundaki rolü daha da önemli hale gelmiştir. Azotlu gübre gereksinimi azlığından dolayı bezelye ve diğer baklagiller için gübre kullanımını çok daha düşük olmaktan dolayı bunların yetiştirilmesiyle sera gazı emisyonlarını azaltma konusunda tüm tarım sistemi üzerinde olumlu bir etkinin sağlandığı tespit edilmiştir (Jeuffroy ve ark., 2013). Klasik ve modern ıslah tekniklerinin geliştirilmesi ile bezelyede biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dirençli, iklim değişikliğine uyum sağlayabilen, yüksek verimli ve kaliteli çeşitler geliştirmek mümkün olacaktır. Bu çeşitler üretici ve tüketici ihtiyaçlarını karşılar nitelikte olacak ve sürdürülebilir tarımda önemli rol oynayan bir bitki olarak yerini alacaktır (ProtYield, 2022, Anonim, 2016).

KAYNAKLAR

- Ambrose, M.J. From Near East centre of origin the prized pea migrates throughout world. *Diversity* 1995, 11, 118–119.
- Anonim (2016). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2016), <https://www.fao.org/3/i5528e/i5528e.pdf>, (Erişim tarihi: 31.08.2022)
- Biddle A. (2017) Peas and Beans (Vol. 27). CABI.
- Chimwamurombe PM, Khulbe RK (2011) Domestication. In: Pratap A, Kumar J (eds) *Biology and breeding of food legumes*. CABI, Massachusetts, pp 19–34
- Common Names of Diseases, The American Phytopathological Society (<https://www.apsnet.org/edcenter/resources/commonnames/Pages/Pea.aspx>)
- Crews, T. E., Peoples, M. B. (2004). Legume versus fertilizer sources of nitrogen: ecological tradeoffs and human needs. *Agriculture, ecosystems & environment*, 102(3), 279-297.
- Davis, P. H. in *Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol. 3* (ed P. H. Davis) 370–373 (Edinburgh Univ., 1970).
- De Candolle A. (2007). *Origin of cultivated plants*. Kesinger Publishing, Montana.
- Dhall, R. K. (2017). Pea cultivation. Bulletin no PAU/2017/Elec/FB/E/29. Punjab Agricultural University, Ludhiana.
- Jeuffroy, M.H., Baranger, E., Carrouée, B., de Chezelles, E., Gosme, M. et al. (2013) Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, oilseed rape and dry peas. *Biogeosciences* 10, 1787–1797.
- Kreplak, J., Madoui, M. A., Cápál, P., Novák, P., Labadie, K., Aubert, G., ... & Burstin, J. (2019). A reference genome for pea provides insight into legume genome evolution. *Nature genetics*, 51(9), 1411-1422.
- Matt Lavin (2019). https://www.flickr.com/photos/plant_diversity/48296117207 (Erişim tarihi: 03.09.2022)
- Nemecek T, von Richthofen JS, Dubois G, Casta P, Charles R, Pahl H (2008) Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *Eur J Agron* 28:380–393.

- ProtYield (2022) <https://www.jic.ac.uk/research-impact/pulse-crop-genetic-improvement-network-pcgin/about-the-pulse-crop-genetic-improvement-network/>
- Pulse Canada (2008) Pulses and Diabetes Control. Fact Sheet. Pulse Canada, Winnipeg, Canada. <https://ontariobeans.on.ca/wp-content/uploads/2020/06/Pulses-And-Diabetes-Control.pdf>
- Salunkhe, D.K., Deshpande, S.S. (1991) Foods of Plant Origin: Production, Technology and Human Nutrition. AVI Van Nostrand Reinhold, New York.
- Samsun İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2018) Bitkisel Üretim ve Bitki Sağlığı Şube Müdürlüğü. No: S/18.
- USDA Food Data Central: Peas. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>
- Warkentin, T. D., Smýkal P., Coyne C. J., Weeden, N., Domoney C., Bing, D., Leonforte, A., Xuxiao, Z., Dixit, G. P., Boros L., McPhee, K. E., McGee, R. J., Burstin, J., Thomas Henry Noel Ellis, T. H. N. (2015). Springer. Pea in Grain Legumes p.37-83
- Wikimedia (2022a). Wikimedia Commons, the free media repository, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mendels_peas.png, (Erişim tarihi: 31.08.2022)
- Wikimedia (2022b). Wikimedia Commons, the free media repository, https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/Snap_peas_in_City_Hall_community_garden_%2818930853186%29.jpg (Erişim tarihi: 03.09.2022)
- Zohary D, Hopf M (2000) Domestication of plants in the old world. Oxford University Press, Oxford

BÖLÜM 6

BEZELYE (*Pisum sativum* L.) ISLAHI

Dr. Öğr. Üyesi Zemran MUSTAFA¹

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. zemustafa@hotmail.com
ORCID NO: 0000-0002-1754-6320

GİRİŞ

Bezelye, Gregor Mendel'in çalışmasından bu yana bitki biyolojisinde model bir organizma olarak kullanılmıştır. Mendel ve Darwin'in önemli keşifleri, 20. yüzyılın başlarında modern bitki ıslahının bilimsel temelini oluşturmuştur. Benzer şekilde, moleküler biyoloji, genetik ve biyoteknolojideki son gelişmeler ile moleküler markör uygulamalarındaki ilerlemeler, geleneksel bitki yetiştirme uygulamalarıyla entegrasyonu sağlamıştır. Böylece moleküler bitki ıslahının disiplinler arası bir yöntem olarak 21. yüzyılda temeli atılmıştır (Moose ve ark., 2008).

Bezelyede verim artışı sağlamak için birçok biyotik ve abiyotik stresin ıslah yoluyla ele alınması gerekmektedir. Maruz kalınan bu stres etmenleri bölgelere özgüdür. Genel olarak, mantar hastalıkları, bezelye yetiştiriciliği yapılan bölgelerin çoğunda en kritik biyotik stresi oluşturmaktadır. Bunu çeşitli böcekler ve virüsler takip etmektedir. Çiçeklenme sırasındaki sıcaklık stresi, bezelye yetiştirilen birçok bölgede önemli bir abiyotik strestir. Erken sezon taşkınları ise sıcaklık stresini takip ederek yetiştiriciliği etkileyen abiyotik stres koşulları arasında ikinci sırada yer almaktadır. Bu stresleri ele alarak, bezelye yetiştiricileri için verimi artırma ve stabilize etme temel yetiştiricilik hedefleri arasındadır. Uluslararası germplazm değişimi ve çeşitli *Pisum* erişimlerinin kullanımının artması ile yeni verim kazanımları elde edilebilmektedir. Tarla denemelerinde ekonomik olmayan verim testi uygulamalarından önce, moleküler araçların kullanımı ile yetiştiriciler

için ıslah popülasyonlarında istenilen alellerin önemli ölçüde zenginleştirilmesi mümkün olmaktadır (Warkentin ve ark., 2015).

İklim değişikliği ve nüfus yoğunluğu gibi her geçen gün büyüyen sorunlara çare olabilecek *Pisum* cinsi germplazm kaynaklarının çeşitliliğinde bulunan değerli genetik zenginliği ve kullanışlı alelleri verimli bir şekilde kullanabilmek için yüksek kaliteli fenotipleme ve genotipleme için referans kümeleri oluşturulması önemli bir konudur (Wheeler ve ark., 2013, Glaszmann ve ark., 2010). Bu amaca ulaşmak için birinci adım, dünyanın gen bankalarındaki tüm çift olmayan bezelye erişimlerinin genomlarının dizi bilgilerini (genotipleme) örneklemeaktır. İkinci adım ise özelliklerini ve genel tarımsal performansını değerlendirmek için bu bezelye erişimlerinin fenotiplerini analiz etmektir. Üçüncü adım ise dünyanın bezelye tohum koleksiyonlarında tutulan çeşitliliği kataloglamak için erişilebilir bir biyoenformatik altyapısı oluşturmaktır (McCouch ve ark., 2013).

BEZELYE GENOMU

Yakın filogenetik ilişkilerine rağmen, baklagillerin genom büyüklükleri, kromozom sayıları, ploidi seviyeleri ve üreme biyolojileri büyük farklılıklar göstermektedir. Bezelye 4.45 Gbç'lik oldukça büyük bir genoma sahiptir. Yaklaşık 44,756 gen barındıran bu diploit bitki $2n=14$ kromozoma sahiptir ve genomdaki GC oranı %37.6'dır. Karyotipi iki alt-metasentrik kromozom (1 ve 2) ve beş akrosentrik kromozomdan (3, 4, 5, 6 ve 7) oluşmaktadır. Kromozomlar, morfoloji ve *in situ* hibridizasyon temelinde ayırt edilebilmekte ve tanımlanan bu kromozomlar, bağlantı gruplarıyla ilişkili olabilmektedir. Bezelye

genomu retrotranspozonlar bakımından zengin olmakla birlikte genomun yaklaşık %50-60 civarı tekrarlayan dizilerden oluşmaktadır. Bezelye genomu diğer baklagil genomlarına göre daha hızlı evrimleşmektedir. Bunun muhtemel sebebi transpozonlardan kaynaklı eşit olmayan rekombinasyon ile genlerin kazanılması veya kaybolması ve ektopik DNA çift sarmal kesim onarım mekanizmasıdır. Genomdaki tekrarlayan unsurların ise bu evrimin ana itici gücü olduğu kaydedilmiştir (Kreplak ve ark., 2019, Novak ve ark., 2010, Macas ve ark., 2007).

GENOTİPLEME

Genotipleme ile bezelyede akrabalık ilişkilerini belirlemek ve genetik çeşitlilik hakkında fikir sahibi olmak için çeşitli markerler kullanılmaktadır.

Genotipleme için kullanılan en yaygın markerler,

- AFLP - Çoğaltılmış Parça Uzunluğu Polimorfizmi (Amplified Fragment Length Polymorphism),
- EST-SSR - İfade edilmiş dizi etiketlerden türetilmiş basit dizi tekrarları (Expressed Sequence Tag-Derived Simple Sequence Repeat),
- GBS - Dizileme ile genotipleme (Genotyping by Sequencing),
- iPBS - Primer arası bağlanma yeri (inter Primer Binding Site),
- ISSR - Basit ara dizi tekrarları (Inter-Simple Sequence Repeat),

- RAPD - Rastgele çoğaltılmış polimorfik DNA (Random Amplified Polymorphic DNA),
- RBIP - Retrotranspozon-temelli insersiyonel polimorfizm (Retrotransposon-Based Insertion Polymorphism),
- SCAR - Sekansı karakterize edilmiş çoğaltılmış bölgeler (Sequence Characterized Amplified Region),
- SNP - Tek Nükleotid Polimorfizm (Single Nucleotide Polymorphisms),
- SRAP - Sekansla ilgili çoğaltım polimorfizmi (Sequence-Related Amplified Polymorphism),
- SSAP - Dizilim-spesifik çoğaltılmış polimorfizmi (Sequence-Specific Amplification Polymorphism),
- SSR - Basit dizi tekrarları (Simple Sequence Repeats),
olarak sıralanabilir.

Bu markerler kullanılarak farklı bölgelerden ve farklı sayıdaki bezelye erişimlerinin incelendiği çalışmalar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. DNA Markörleri Kullanılarak Yapılan Bazı Bezelye Koleksiyonlarının Genotiplendirilmesi

Marker tipi	Erişim sayısı	Materyal	Marker sayısı	Kaynaklar
SNP	46	Çoğu Avrupa'dan olmak üzere 46 bezelye (<i>Pisum sativum</i> L.) erişimi	-	Tran ve ark., 2022
SSR	61	Türkiye'nin kuzeydoğu Anadolu bölgesinden toplanan 61 yemlik bezelye örneği (<i>P. sativum</i> ssp. <i>arvense</i> L.)	28	Haliloglu ve ark., 2022

SNP	365	Yabani bezelye ve yerel popülasyonlardan ıslah materyali ve çeşitlere kadar geniş bir genetik çeşitliliği temsil eden 365 <i>Pisum</i> erişimi	11,366	Beji ve ark., 2020
GBS	135	Afrika'daki 23 farklı ıslah programından 135 bezelye koleksiyonu	-	Gali ve ark., 2019
SSR	12	Güney Tunus'tan 12 yerel bezelye erişimi	8	Mohamed ve ark., 2019
SSR	151	Dünya çapında 28 ülkeden 151 bezelye koleksiyonu	20	Rana ve ark., 2017
RBIP, SNP, SSR	372	Yabani genotipler, dünya yerel popülasyon ve eski çeşitler dahil olmak üzere geniş bir çeşitliliğin yanı sıra ekili türlerin büyük bir örneğini temsil eden 372 erişim	31, 351, 29	Burstin ve ark., 2015
iPBS	138	104 Türkiye bezelye yerel popülasyon ve 34 ıslah hattı	12	Baloch ve ark., 2015
EST-SSR	46	43'ü Etiyopya'dan olmak üzere 46 bezelye erişimi	15	Teshome ve ark., 2015
RAPD	12	12 ekili Hindistan bezelye çeşidi	20	Kole ve ark., 2015
RBIP	28	Arnavutluk kökenli 28 yerel bezelye genotipi	14	Gixhari ve ark., 2014
RBIP, SSAP	4538	Avrupa Gen Bankasında 4.538 <i>Pisum</i> erişimi	27, 16	Jing ve ark., 2012
EST-SSR, RAPD, SCAR, SSR	285	Farklı fenotiplere ve coğrafi kökenlere sahip 285 erişim	15, 8, 1	Kown ve ark., 2012
SSR	35	Çeşitli kaynaklardan 35 bezelye genotipi	15	Ahmad ve ark., 2012

RBIP, SSR	175	Çek bezelye gen bankasından seçilen 175 erişim	31, 7	Cieslarova ve ark., 2012
ISSR, RAPD	31	Kuzeybatı Himalayalar'da 14 yerel popülasyon ve kuzey Hindistan'a adapte edilmiş 17 çeşit/ıslah hattı	9, 40	Kapila ve ark., 2012
SSAP	56	Çoğu Suriye'den 56 adet <i>Pisum sativum</i> erişimi	1	Hamid ve ark., 2012
RBIP, SSR	4429	Yabani ve evcil bezelye erişimlerini içeren üç büyük dünya germplazm koleksiyonundan 4429 <i>Pisum</i> erişimi	25, 21	Smýkal ve ark., 2011
RBIP	122	Farklı yabani ve ekili <i>Pisum</i> sp.'den toplam 122 erişim	18	Martin-Sanz ve ark., 2011
RBIP	3020	Özel bir ıslah programından 208 hat ve 35 hat ile birlikte, John Innes <i>Pisum</i> Koleksiyonunun %92'sini temsil eden toplam 3020 erişim	45	Jing ve ark., 2010
SNP	373	Hem ekili hem de yabani germplazm çeşitliliğini temsil eden farklı coğrafi kökenlerden 373 <i>Pisum</i> erişimi	356	Deulvor ve ark., 2010
SSR	40	Türkiye Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde muhafaza edilen germplazmdan 30 bezelye genotipi ve 10 ticari bezelye çeşidi	10	Sarikamis ve ark., 2010
SSR	2120	Çin'in 28 ilden 1243 <i>P. sativum</i> genotipi, Dünyadan 774 ve <i>Pisum</i> türlerinden 103 genotip	21	Zong ve ark., 2009
RBIP, SSR	164	Son 50 yılda ıslah edilen Çek ve Slovak bezelye (<i>Pisum sativum</i> L.) çeşitlerini temsil eden 164 erişim	31 ve 10	Smýkal ve ark., 2008

SRAP	40	Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa, Avustralya, Hindistan'dan (<i>Pisum sativum</i> L.) ve yerel ıslah programlarından 40 bezelye çeşidi	7	Esposito ve ark., 2007
Gen dizileme	48	John Innes <i>Pisum</i> Koleksiyonundan <i>Pisum</i> cinsini temsil eden 48 farklı erişim	39	Jing ve ark., 2007
RAPD, SSR, ISSR, STS, Isozim, Protein	148	İlkel germplazm ve ekili türler dahil olmak üzere, çoğunlukla Batı Avrupa'dan 148 <i>Pisum</i> erişimi	20, 13, 2, 9, 6, 4	Baranger ve ark., 2004
RAPD, ISSR, SSR	86	65 bezelye çeşidi (<i>Pisum sativum</i> L.) ve yabani <i>Pisum</i> alt türlerinden 21 erişim	21, 3, 25	Tar'an ve ark., 2004
SSAP	157	John Innes <i>Pisum</i> Germplazm'dan 157 erişim	129	Vershinin ve ark., 2003
AFLP, RAPD	21	Resmi Alman tohum listesinde yer alan 21 çeşit	11, 20	Simionuc ve ark., 2002
isozyme	266	Polonya bezelye gen bankasının çekirdek koleksiyonundan 266 erişim	18	Świecicki ve ark., 2000
SSAP	71	John Innes germplazm çekirdek koleksiyonundan 15 çeşit ve 56 <i>Pisum</i> erişim örneği	4	Ellis ve ark., 1998

BİYOTİK STERSLER VE DİRENÇ GENLERİ

Bezelye verimi birçok hastalık ve zararlı tarafından etkilenmektedir. Bunlardan en ciddi hasarlar fungal ve viral patojenler tarafından oluşturulmaktadır. Bu etmenlere karşı dayanıklılık sağlayan genom bölgelerini bulmak ve bunları kolayca tanıyabilen markerler geliştirmek için bütün Dünyada hummalı çalışmalar yürütülmektedir.

Tablo 2’de marker destekli seleksyona uygun hastalıklara ve zararlılara direnç gösteren genler ve kantitatif özellik lokusları (QTL) yer almaktadır.

Tablo 2. Bezelyede Biyotik Streslere Karşı Dirençlilik Sağlayan Bazı Gen ve QTL Bölgeler

Etmen	Hastalık	Organizma	Dayanıklılık geni/ QTL	Refereans
Fungus	Kök çürüklüğü	<i>Fusarium solani</i>	QTL	Feng ve ark., 2011; Weeden ve ark., 2007; Hance ve ark., 2004
	Fusarium solgunluğu ırk 1	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Fw</i> (ırk 1), <i>Fwf</i> (ırk 5), <i>Fnw</i> (ırk 2)	McPhee ve ark., 2012, Feng ve ark., 2011; Loridon ve ark., 2005; Okubara ve ark., 2005
	Ascochyta yanıklığı	<i>Mycosphaerella pinodes</i> , <i>Phoma medicaginis</i> , <i>Ascochyta pisi</i>	<i>Rap2</i> /QTL	Fondevilla ve ark., 2011
	Ascochyta yanıklığı	<i>Mycosphaerella pinodes</i>	<i>Rmp1</i> , <i>Rmp2</i> , <i>Rmp3</i> , <i>Rmp4</i> /QTL	Prioul ve ark., 2004; Timmerman-Vaughan ve ark., 2004; Clulow ve ark., 1991
	Külleme	<i>Erysiphe pisi</i>	<i>er1</i> , <i>er2</i> , <i>Er3</i>	Fondevilla ve ark., 2006
	Pas	<i>Uromyces viciae-fabae</i>	<i>Ruf</i> /QTL	Vijayalakshmi ve ark.,

				2005; Katiyar ve ark., 1987
	Aphanomyces kök çürüklüğü	<i>Aphanomyces euteiches</i>	QTL	Hamon ve ark., 2010
Bakteri	Bezelye bakteriyel yanıklığı	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. pisi	<i>Ppi1</i> (ırk R2), <i>Ppi3</i> (ırk R3), <i>Ppi4</i> (ırk R4)	Hunter ve ark., 2001
Virüs	Fasulye adi mozaik virüsü	Bean common mosaic virus (BCMV)	<i>bcm</i>	Provvidenti, 1991
	Yonca sarı damar virüsü	Clover yellow vein virus (CYVV)	<i>cyv-1, cyv-2,</i>	Provvidenti, 1991
	Bezelye mozaik virüsü	Pea mosaic virus (PMV)	<i>pm, mo</i>	Provvidenti, 1991
	Bezelye tohum kaynaklı mozaik virüsü	Pea seed-borne mosaic virus (PSbMV)	<i>sbm-1</i> (P1 patotipi), <i>sbm-2</i> (L1 (P2) patotipi)	Provvidenti, 1991
	Fasulye sarı mozaik virüsünün beyaz acı bakla suşu	Bean yellow mosaic virus (BYMV-W)	<i>wlv</i>	Provvidenti, 1991
	Bezelye mozaik çıkıntı virüsü	Pea enation mosaic virus	<i>En</i>	Randhawa ve ark., 2011
	Zararlı	Bezelye biti	<i>Bruchus pisorum</i>	<i>pwr1, pwr2, pwr3</i>

* İlk harfi büyük harf ile yazılan genler dominant, küçük harf ile yazılanlar resesiftir

AGRONOMİK ÖZELİKLER VE ABİYOTİK STERS DİRENÇLİLİĞİ

Önümüzdeki yıllarda bitki yetiştiricilerinin karşılaşacağı birçok zorluk mevcuttur. Artan hava değişkenliği ve bazı ürünlerde belirgin verim azalmaları gibi sorunlara karşı genotipin fenotipe bağlanması, genotipin çevre etkileşimleriyle tahmin edilmesi ve gelişmiş fenotipleme yöntemleri ıslahçıların yararlanabilecekleri parametrelerden bazı örneklerdir. Seçkin çeşitlerdeki nicel özellik varyasyonunu ölçme ve

kullanma kapasitesi, gen bankalarındaki erişimlerin genetik bazda tanımlanmasıyla mümkündür. Bezelyenin bazı agronomik özellikleri ve abiyotik stres dirençliliği ile ilişkilendirilmiş bazı genler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Bezelyede Abiyotik Stres Direnci ve Diğer Agronomik Özelliklere İlgili Olan Genler

Özellik	Gen	Referans
Antosiyanın üretimi	<i>A</i>	Warkentin ve ark., 2015
Baklarda sklerenkima dokusunun yokluğu	<i>p ve v</i>	Warkentin ve ark., 2015
Don toleransı, çiçeklenme	<i>Hr</i>	Lejeune-Hénaut ve ark., 2008
Çiçeklenme	<i>Lf, Sn, Hr, E</i>	Weller ve ark., 2009
Fotoperiyot yanıtı	<i>Sn, Lf</i>	Berry ve ark., 1979
Yaprakçık eksikliği	<i>Af</i>	Snoad, 1974
Kısa yaprak sapı	<i>st</i>	Snoad, 1974
Boğumlar arası mesafe	<i>Le</i>	Bourion ve ark., 2010
Tohum morfolojisi (buruşuk ve yuvarlak)	<i>R, Rb</i>	Bhattacharyya ve ark., 1990
Tohum içeriği	<i>rugosus</i>	Lloyd ve ark., 1995
Çenek rengi	<i>i</i>	Ellis ve ark., 2011
Bezelye Albümini 2	<i>PA2</i>	Vioque ve ark., 1998
Protein içeriği	<i>Vc-2</i>	Chinoy ve ark., 2011
Bakla kopması	<i>Dpo</i>	Weeden, 2007

SONUÇ

Son yıllarda bezelyenin dizileme kaynaklarındaki artış, özellikle referans genom dizisi, hızlı çeşit gelişimine katkıda bulunan anahtar fenotiplerin altında yatan alelik varyasyonun anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Marker destekli seleksiyon (Marker Assisted

Selection-MAS), haplotip tabanlı yetiştirme, genom düzenleme yoluyla alel modifikasyonu ve genel olarak genomik seçim gibi genomik destekli yetiştirme yaklaşımlarının, gelecekteki ıslah tasarımlarında temel bileşenleri oluşturması beklenmektedir (Varshney ve ark., 2021). Hastalık dirençliliği, kuralık ve tuzluluk dirençliliği, sıcaklık adaptasyonu ve diğer agronomik özelliklerin iyileştirilmesi, bezelye yetiştiricileri için devam eden küresel bir uğraştır. Yerel popülasyon ve yabancı akrabalarından yeni hastalık ve abiyotik stres koşullarına direnç genlerin varyasyonlarını elde ederek, seçkin çeşitler üretilmesine ihtiyaç vardır (Jha ve ark., 2021). Aynı zamanda, genomik destekli ıslah yaklaşımları ile farklı özelliklerin ve direnç genlerinin piramitlenmesi ile yeni verimli çeşitlerin üretilmesi ivme kazanacaktır. Bezelye genom dizisi bilgisi ile birlikte genomik teknolojilerindeki gelişmeler, üstün bezelye çeşitlerinin üretilmesini hızlandırmak için aday genler/haplotipler hakkında bilgi üretme potansiyeline sahiptir. Fonksiyonel genomik çalışmalar, aday lokusların keşfini hızlandıracak ve metabolik mekanizmaların moleküler düzeyde daha iyi anlaşılmasına yol açacaktır. Genomik seçim ve CRISPR/Cas9 genom düzenleme gibi daha yeni tekniklerin benimsenmesiyle belirlenen lokuslarının hedefe özgü hızlı düzenlenmesi mümkün olacaktır. Bu yeni yaklaşımlar ile istenilen tarımsal özelliklerin bir yerde toplandığı yeni çeşitlerinin geliştirilmesi önemli ölçüde hızlanacaktır.

KAYNAKLAR

- Ahmad, S., Singh, M., Lamb-Palmer, N. D., Lefsrud, M., Singh, J. (2012). Assessment of genetic diversity in 35 *Pisum sativum* accessions using microsatellite markers. *Canadian Journal of Plant Science*, 92(6), 1075-1081.
- Baloch, F. S., Alsaleh, A., de Miera, L. E. S., Hatipoğlu, R., Çiftçi, V., Karaköy, T., ... & Özkan, H. (2015). DNA based iPBS-retrotransposon markers for investigating the population structure of pea (*Pisum sativum*) germplasm from Turkey. *Biochemical Systematics and Ecology*, 61, 244-252.
- Baranger, A., Aubert, G., Arnau, G., Lainé, A. L., Deniot, G., Potier, J., ... & Burstin, J. (2004). Genetic diversity within *Pisum sativum* using protein-and PCR-based markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 108(7), 1309-1321.
- Beji, S., Fontaine, V., Devaux, R., Thomas, M., Negro, S. S., Bahrman, N., ... & Lejeune-Hénaut, I. (2020). Genome-wide association study identifies favorable SNP alleles and candidate genes for frost tolerance in pea. *BMC genomics*, 21(1), 1-21.
- Berry, G.J., Aitken, Y. (1979). Effect of photoperiod and temperature on flowering in pea (*Pisum sativum* L.). *Functional Plant Biology*, 6(6), 573-587.
- Bhattacharyya, M.K., Smith, A.M., Ellis, T.N., Hedley, C., Martin, C. (1990). The wrinkled-seed character of pea described by Mendel is caused by a transposon-like insertion in a gene encoding starch-branching enzyme. *Cell*, 60(1), 115-122.
- Bourion, V., Rizvi, S.M.H., Fournier, S., de Larambergue, H., Galmiche, F., Marget, P., ... & Burstin, J. (2010). Genetic dissection of nitrogen nutrition in pea through a QTL approach of root, nodule, and shoot variability. *Theoretical and Applied Genetics*, 121(1), 71-86.
- Burstin, J., Salloignon, P., Chabert-Martinello, M., Magnin-Robert, J. B., Siol, M., Jacquin, F., ... & Duc, G. (2015). Genetic diversity and trait genomic prediction in a pea diversity panel. *BMC genomics*, 16(1), 1-17.
- Byrne, O. M., Hardie, D. C., Khan, T. N., Speijers, J., Yan, G. (2008). Genetic analysis of pod and seed resistance to pea weevil in a *Pisum sativum* × *P. fulvum*

- interspecific cross. *Australian Journal of Agricultural Research*, 59(9), 854-862.
- Chinoy, C., Welham, T., Turner, L., Moreau, C., Domoney, C. (2011). The genetic control of seed quality traits: effects of allelic variation at the Tri and Vc-2 genetic loci in *Pisum sativum* L. *Euphytica*, 180(1), 107-122.
- Cieslarová, J., Hýbl, M., Griga, M., Smýkal, P. (2012). Molecular analysis of temporal genetic structuring in pea (*Pisum sativum* L.) cultivars bred in the Czech Republic and in former Czechoslovakia since the mid-20th century. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 48(2), 61-73.
- Clulow, S. A., Matthews, P., Lewis, B. G. (1991). Genetical analysis of resistance to *Mycosphaerella pinodes* in pea seedlings. *Euphytica*, 58(2), 183-189.
- Deulvot, C., Charrel, H., Marty, A., Jacquin, F., Donnadiou, C., Lejeune-Hénaut, I., ... & Aubert, G. (2010). Highly-multiplexed SNP genotyping for genetic mapping and germplasm diversity studies in pea. *BMC genomics*, 11(1), 1-10.
- Ellis, T. H. N., Poyser, S. J., Knox, M. R., Vershinin, A. V., Ambrose, M. J. (1998). Polymorphism of insertion sites of Ty1-copia class retrotransposons and its use for linkage and diversity analysis in pea. *Molecular and General Genetics* MGG, 260(1), 9-19.
- Ellis, T. N., Hofer, J. M., Timmerman-Vaughan, G. M., Coyne, C. J., Hellens, R. P. (2011). Mendel, 150 years on. *Trends in plant science*, 16(11), 590-596.
- Esposito, M. A., Martin, E. A., Cravero, V. P., Cointry, E. (2007). Characterization of pea accessions by SRAP's markers. *Scientia horticultrae*, 113(4), 329-335.
- Feng, J., Hwang, R., Chang, K. F., Conner, R. L., Hwang, S. F., Strelkov, S. E., ... & Xue, A. G. (2011). Identification of microsatellite markers linked to quantitative trait loci controlling resistance to *Fusarium* root rot in field pea. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(1), 199-204.
- Fondevilla, S., Almeida, N. F., Satovic, Z., Rubiales, D., Vaz Patto, M. C., Cubero, J. I., Torres, A. M. (2011). Identification of common genomic regions controlling resistance to *Mycosphaerella pinodes*, earliness and architectural traits in different pea genetic backgrounds. *Euphytica*, 182(1), 43-52.

- Fondevilla, S., Carver, T. L. W., Moreno, M. T., Rubiales, D. (2006). Macroscopic and histological characterisation of genes *er1* and *er2* for powdery mildew resistance in pea. *European Journal of Plant Pathology*, 115(3), 309-321.
- Gali, K. K., Sackville, A., Tafesse, E. G., Lachagari, V. R., McPhee, K., Hybl, M., ... & Warkentin, T. D. (2019). Genome-wide association mapping for agronomic and seed quality traits of field pea (*Pisum sativum* L.). *Frontiers in Plant Science*, 10, 1538.
- Gixhari, B., Pavelkova, M., Ismaili, H., Vrapı, H., Jaupi, A., Smýkal, P. (2014). Genetic diversity of Albanian pea (*Pisum sativum* L.) landraces assessed by morphological traits and molecular markers. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 50(2), 177-184.
- Glaszmann, J. C., Kilian, B., Upadhyaya, H. D., & Varshney, R. K. (2010). Accessing genetic diversity for crop improvement. *Current opinion in plant biology*, 13(2), 167-173.
- Haliloglu, K., Turkoglu, A., Tan, M., Poczai, P. (2022). SSR-Based Molecular Identification and Population Structure Analysis for Forage Pea (*Pisum sativum* var. *arvense* L.) Landraces. *Genes*, 13(6), 1086.
- Hamid, M., Waseem, S., Barkat, A., Ashiq, M., Ijaz, A., Abdul, S. M. (2012). Genetic assessment of the genus *Pisum* L. based on sequence specific amplification polymorphism data. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(6), 959-967.
- Hamon, C., Baranger, A., Coyne, C. J., McGee, R. J., Le Goff, I., L'Anthoëne, V., ... & Pilet-Nayel, M. L. (2011). New consistent QTL in pea associated with partial resistance to *Aphanomyces euteiches* in multiple French and American environments. *Theoretical and Applied Genetics*, 123(2), 261-281.
- Hance, S. T., Grey, W., Weeden, N. F. (2004). Identification of tolerance to *Fusarium solani* in *Pisum sativum* ssp. *elatius*. *Pisum Genetics*, 36, 9-13.
- Hunter, P. J., Ellis, N., Taylor, J. D. (2001). Association of dominant loci for resistance to *Pseudomonas syringae* pv. *psis* with linkage groups II, VI and VII of *Pisum sativum*. *Theoretical and Applied Genetics*, 103(1), 129-135.

- Jha, A. B., Gali, K. K., Alam, Z., Lachagari, V. R., Warkentin, T. D. (2021). Potential application of genomic technologies in breeding for fungal and oomycete disease resistance in pea. *Agronomy*, 11(6), 1260.
- Jing, R., Ambrose, M. A., Knox, M. R., Smykal, P., Hybl, M., Ramos, A., ... & Ellis, T. N. (2012). Genetic diversity in European *Pisum* germplasm collections. *Theoretical and applied genetics*, 125(2), 367-380.
- Jing, R., Johnson, R., Seres, A., Kiss, G., Ambrose, M. J., Knox, M. R., ... & Flavell, A. J. (2007). Gene-based sequence diversity analysis of field pea (*Pisum*). *Genetics*, 177(4), 2263-2275.
- Jing, R., Vershinin, A., Grzebyta, J., Shaw, P., Smýkal, P., Marshall, D., ... & Flavell, A. J. (2010). The genetic diversity and evolution of field pea (*Pisum*) studied by high throughput retrotransposon based insertion polymorphism (RBIP) marker analysis. *BMC Evolutionary Biology*, 10(1), 1-20.
- Kapila, R. K., Naryal, S., Dhiman, K. C. (2012). Analysis of genetic diversity among garden-and field-pea genotypes of higher Indian Himalayas. *Journal of plant biochemistry and biotechnology*, 21(2), 286-291.
- Katiyar, R. P., Ram, R. S. (1987). Genetics of rust resistance in pea. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 47(1), 46-48.
- Kole, P. R., Sharma, M. K., Kumar, S., Kumar, R. (2015). Genetic diversity assessment in Indian cultivated pea (*Pisum sativum* L.) varieties using RAPD markers. *Journal of Applied and Natural Science*, 7(1), 316-323.
- Kreplak, J., Madoui, M. A., Čápal, P., Novák, P., Labadie, K., Aubert, G., ... & Burstin, J. (2019). A reference genome for pea provides insight into legume genome evolution. *Nature genetics*, 51(9), 1411-1422.
- Kwon, S. J., Brown, A. F., Hu, J., McGee, R. J., Watt, C. A., Kisha, T., ... & Coyne, C. J. (2012). Population genetic sub-structure within the USDA ARS *Pisum* core collection and its potential as a platform for association mapping. In *Proceedings of the Plant Animal Genomes XV Conference*.
- Lejeune-Henaut, I., Hanocq, E., Bethencourt, L., Fontaine, V., Delbreil, B., Morin, J., ... & Giauffret, C. (2008). The flowering locus *Hr* colocalizes with a major

- QTL affecting winter frost tolerance in *Pisum sativum* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 116(8), 1105-1116.
- Lloyd, J. (1995). Effect and interactions of *Rugosus* genes on pea (*Pisum sativum*) seeds (Doctoral dissertation, University of East Anglia).
- Loridon, K., McPhee, K., Morin, J., Dubreuil, P., Pilet-Nayel, M. L., Aubert, G., ... & Burstin, J. (2005). Microsatellite marker polymorphism and mapping in pea (*Pisum sativum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 111(6), 1022-1031.
- Macas, J., Neumann, P., Navrátilová. (2007). A. Repetitive DNA in the pea (*Pisum sativum* L.) genome: Comprehensive characterization using 454 sequencing and comparison to soybean and *Medicago truncatula*. *BMC Genomics* 2007, 8.
- Martin-Sanz, A., Caminero, C., Jing, R., Flavell, A. J., de la Vega, M. P. (2011). Genetic diversity among Spanish pea (*Pisum sativum* L.) landraces, pea cultivars and the World *Pisum* sp. core collection assessed by retrotransposon-based insertion polymorphisms (RBIPs). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(1), 166-178.
- McCouch, S., Baute, G. J., Bradeen, J., Bramel, P., Bretting, P. K., Buckler, E., ... & Zamir, D. (2013). Feeding the future. *Nature*, 499(7456), 23-24.
- McPhee, K. E., Inglis, D. A., Gunderson, B., Coyne, C. J. (2012). Mapping a resistance gene for *Fusarium* wilt Race 2 on LG IV of pea (*Pisum sativum* L.). *Plant Breed*, 131, 300-306.
- Mohamed, A., García-Martínez, S., Loumerem, M., Carbonell, P., Ruiz, J. J., Boubaker, M. (2019). Assessment of genetic diversity among local pea (*Pisum sativum* L.) accessions cultivated in the arid regions of Southern Tunisia using agro-morphological and SSR molecular markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(6), 1189-1203.
- Moose, S.P., Mumm, R.H. Molecular plant breeding as the foundation for 21st century crop improvement. *Plant Physiol.* 2008, 147, 969–977.
- Novák P, Neumann P, Macas J. (2010). Graph-based clustering and characterization of repetitive sequences in next-generation sequencing data. *BMC Bioinformatics*. 2010;11(1):378.

- Okubara, P. A., Keller, K. E., McClendon, M. T., Inglis, D. A., McPhee, K. E., Coyne, C. J. (2005). Y15_999fw, a dominant scar marker linked to the *Fusarium* wilt race 1 (fw) resistance gene in pea. *Pisum Genetics*, 37, 30-33.
- Prioul, S., Frankewitz, A., Deniot, G., Morin, G., Baranger, A. (2004). Mapping of quantitative trait loci for partial resistance to *Mycosphaerella pinodes* in pea (*Pisum sativum* L.), at the seedling and adult plant stages. *Theoretical and Applied Genetics*, 108(7), 1322-1334.
- Provvidenti, R. (1991). Chromosomal distribution of genes for resistance to seven potyviruses in *Pisum sativum*. *Pisum Genet*, 23, 26-28.
- Rana, J. C., Rana, M., Sharma, V., Nag, A., Chahota, R. K., Sharma, T. R. (2017). Genetic diversity and structure of pea (*Pisum sativum* L.) germplasm based on morphological and SSR markers. *Plant molecular biology reporter*, 35(1), 118-129.
- Randhawa, H., Weeden, N. F. (2011). Refinement of the position of En on LG III and identification of closely linked DNA markers. *Pisum Genet*.
- Sarikamis, G., Yanmaz, R. U. H. S. A. R., Ermis, S., Bakir, M. E. L. İ. K. E., & Yuksel, C. (2010). Genetic characterization of pea (*Pisum sativum*) germplasm from Turkey using morphological and SSR markers. *Genetics and Molecular Research*, 9(1).
- Simioniuc, D., Uptmoor, R., Friedt, W., Ordon, F., Swiecicki, W. (2002). Genetic diversity and relationships among pea cultivars revealed by RAPDs and AFLPs. *Plant Breeding*, 121(5), 429-435.
- Smýkal, P., Hýbl, M., Corander, J., Jarkovský, J., Flavell, A. J., Griga, M. (2008). Genetic diversity and population structure of pea (*Pisum sativum* L.) varieties derived from combined retrotransposon, microsatellite and morphological marker analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 117(3), 413-424.
- Smýkal, P., Kenicer, G., Flavell, A. J., Corander, J., Kosterin, O., Redden, R. J., ... & Ellis, N. T. (2011). Phylogeny, phylogeography and genetic diversity of the *Pisum* genus. *Plant Genetic Resources*, 9(1), 4-18.
- Snoad, B. (1974). A preliminary assessment of 'leafless peas'. *Euphytica*, 23(2), 257-265.

- Świecicki, W. K., Wolko, B., Apisitwanich, S., Krajewski, P. (2000). An analysis of isozymic loci polymorphism in the core collection of the Polish *Pisum* genebank. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47(6), 583-590.
- Tar'an, B., Zhang, C., Warkentin, T., Tullu, A., Vandenberg, A. (2005). Genetic diversity among varieties and wild species accessions of pea (*Pisum sativum* L.) based on molecular markers, and morphological and physiological characters. *Genome*, 48(2), 257-272.
- Teshome, A., Bryngelsson, T., Dagne, K., Geleta, M. (2015). Assessment of genetic diversity in Ethiopian field pea (*Pisum sativum* L.) accessions with newly developed EST-SSR markers. *BMC genetics*, 16(1), 1-12.
- Timmerman-Vaughan, G. M., Frew, T. J., Butler, R., Murray, S., Gilpin, M., Falloon, K., ... & Khan, T. (2004). Validation of quantitative trait loci for *Ascochyta* blight resistance in pea (*Pisum sativum* L.), using populations from two crosses. *Theoretical and applied genetics*, 109(8), 1620-1631.
- Tran, C. T., Beissinger, T. M., Becker, H. C., Horneburg, B. (2022). Genetic diversity of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes differing in leaf type using SNP markers.
- Varshney, R. K., Bohra, A., Yu, J., Graner, A., Zhang, Q., Sorrells, M. E. (2021). Designing future crops: genomics-assisted breeding comes of age. *Trends in Plant Science*, 26(6), 631-649.
- Vershinin, A. V., Allnut, T. R., Knox, M. R., Ambrose, M. J., Ellis, T. N. (2003). Transposable elements reveal the impact of introgression, rather than transposition, in *Pisum* diversity, evolution, and domestication. *Molecular biology and evolution*, 20(12), 2067-2075.
- Vijayalakshmi, S., Yadav, K., Kushwaha, C., Sarode, S. B., Srivastava, C. P., Chand, R., Singh, B. D. (2005). Identification of RAPD markers linked to the rust (*Uromyces fabae*) resistance gene in pea (*Pisum sativum*). *Euphytica*, 144(3), 265-274.
- Vioque, J., Clemente, A., Sánchez-Vioque, R., Pedroche, J., Bautista, J., Millán, F. (1998). Comparative study of chickpea and pea PA2 albumins. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(9), 3609-3613.

- Warkentin, T. D., Smýkal P., Coyne C. J., Weeden, N., Domoney C., Bing, D., Leonforte, A., Xuxiao, Z., Dixit, G. P., Boros L., McPhee, K. E., McGee, R. J., Burstin, J., Thomas Henry Noel Ellis, T. H. N. (2015). Springer. Pea. In Grain Legumes p.37-83
- Weeden, N. F. (2007). Genetic changes accompanying the domestication of *Pisum sativum*: is there a common genetic basis to the ‘domestication syndrome’ for legumes? *Annals of botany*, 100(5), 1017-1025.
- Weeden, N. F., Porter, L. (2007). The genetic basis of *Fusarium* root rot tolerance in the Afghanistan’pea. *Pisum Genet*, 39, 35-36.
- Weller, J. L., Hecht, V., Liew, L. C., Susmilch, F. C., Wenden, B., Knowles, C. L., Vander Schoor, J. K. (2009). Update on the genetic control of flowering in garden pea. *Journal of experimental botany*, 60(9), 2493-2499.
- Wheeler T, von Braun J (2013) Climate change impacts on global food security. *Science* 341:508–513.
- Zong, X., Redden, R. J., Liu, Q., Wang, S., Guan, J., Liu, J., et al. (2009). Analysis of a diverse global *Pisum* sp. collection and comparison to a Chinese local *P. sativum* collection with microsatellite markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 118(2), 193-204.

BÖLÜM 7

MERCİMEK (*Lens culinaris* Medik) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Muhammad Azhar NADEEM¹

Arş. Gör. İlker YÜCE²

Amjad ALİ³

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. azharjoiya22@gmail.com

ORCID NO: 0000-0002-0637-9619

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. ilkeryuce001@gmail.com

ORCID NO: 0000-0002-9761-3561

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. amjadbzu11@gmail.com

ORCID NO: 0000-0003-0816-1872

GİRİŞ

Mercimek (botanik adı: *Lens culinaris*), baklagil (Fabaceae) ailesinin küçük, oval şekilli bir üyesidir ve "bakliyat" olarak da adlandırılır. Baklagiller, büyüme mevsiminin son don tarihinden hemen önce ekebileceğiniz harika bir serin iklim bitkisidir. Mercimek, Asya ve Akdeniz'de oldukça yaygındır. Kuzey Amerika'da mercimek, bitkinin yüksek nem veya yüksek sıcaklıklarda bodurlaşmasını önlemek için genellikle doğu Washington, Idaho ve batı Kanada gibi kuru ve serin yerlerde yetiştirilir.

Genel tanımlama

Mercimek, baklagiller ailesine (Fabaceae) aittir. Mercimek 12 ile 30 inç boyunda, ince, yarı dik ve tek yıllıktır. Bitkiler tek gövdeli veya dallı gür formda olabilir. Yapraklar tüylüdür ve her biri yaklaşık 0,5 ile 1,5 inç uzunluğunda sapsız, oval ve mızrak şeklinde yaprakçıklara sahiptir. Yaprakların tabanında iki küçük stipül vardır. Çiçekler genellikle çift ve bazen salkımlarda bir ile dört adet, küçük (0,5 inç uzunluğunda) yapılı ve beyaz, soluk mor veya koyu mor renklidir. Alt dallardan yukarıya doğru sırayla çiçek açarlar (Cash ve ark., 2001). Çiçekler kendi kendine tozlaşır ve genellikle açmadan önce tozlaşma gerçekleşir.

Nadiren, tripsler veya diğer küçük böcekler tarafından çapraz tozlaşma meydana gelebilir. Çiçekler açıldıktan 3 gün sonra solar ve tohum kabuğu oluşumu 3 ile 4 gün sonra gerçekleşir. Tohum kabukları düz, pürüzsüz, 0,5 ile 0,75 inç uzunluğunda olup, 1 veya 2 tohum içerir

(Muehlbauer ve ark., 2002). Tohumlar merccek şeklindedir ve renkleri açıktan yeşile, açık ten rengi, kahverengi ve siyaha kadar değişen bir tohum kabuğuna sahiptir. Bazı çeşitlerin tohum katlarında mor veya siyah benekler bulunur.

Mercimek iki ana türe ayrılır: makrosperma (büyük tohumlu veya Şili türleri) ve mikrosperma (küçük tohumlu veya İran türleri) (Zohary, 1995; Cash ve ark., 2001). Büyük tohumlu mercimekler, çiçeklerde veya bitkisel yapılarda sarı kotiledonlar ve az pigmentasyon ile 0,5 inç çapa kadar tohumlara sahiptir. Küçük tohumlu mercimekler, kırmızı, turuncu veya sarı kotiledonlu 0,25 inç çapa kadar tohumlara ve bitki dokusunda daha fazla pigmentasyona sahiptir. Küçük tohumlu mercimekler genellikle daha kısadır ve daha küçük yaprak ve baklalara sahiptir (Muehlbauer ve ark., 2002).

Mercimeğin tarihçesi

Mercimek gen merkezleri Akdeniz ve güneybatı Asya'dır (Vavilov, 1949; Zohary, 1995). Mercimek, insanlar tarım yapmaya ilk başladığından itibaren yetiştirilmektedir (Zohary ve Hopf, 1973). Yaklaşık 8500 yıl önce buğday, arpa ve bezelye ile aynı zamanlarda kültüre alınmışlardır (Zohary ve Hopf, 1973). Mercimek 7000 yıl önce İspanya ve Almanya'da, 4500 yıl önce Hindistan'da yetiştiriliyordu (Hancock, 2004; Elzebrok ve Wind, 2008). 1916'da Amerika Birleşik Devletleri'ne getirildi ve Washington, Farmington yakınlarında üretimi başladı. 1937'den itibaren daha büyük bir ticari ölçekte üretim yapıldı (Youngman, 1968). Mercimek, Akdeniz, Orta Doğu, Hint, Etiyopya ve Batı Asya diyetlerinin önemli bir bileşenidir. Popüler mercimek

yemekleri Hindistan'da dhal, Arap ülkelerinde müceddere, Etiyopya'da kik wot ve Mısır'da kushari'dir. Mercimek, yuvarlak şekli yaşam döngüsünü simgelediği için Yahudi yas törenlerinde önemli bir besindir. İtalya ve Macaristan'da mercimek madeni para şeklinde olduğu için insanlar yeni yıl arifesinde zenginlik ve refah getirmek için mercimek tüketirler (USA DryPea & Mercimek Konseyi, 2015). Mercimek her yıl Pullman, Washington'da Ulusal Mercimek Festivali'nde bir geçit töreni ve “dünyanın en büyük kasesi” mercimek biberi ile kutlanır.

Mercimek şu anda dünya çapında 53 ülkede yetiştirilmektedir (Gıda ve Tarım Örgütü, 2015). Başlıca üreticiler Kanada, Hindistan, Türkiye, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri'dir (Gıda ve Tarım Örgütü, 2015). Amerika Birleşik Devletleri'nde Montana, Kuzey Dakota, Washington ve Idaho üretime öncülük etmektedir (USDA-Ulusal Tarım İstatistikleri Servisi, 2012). Mevcut dağıtım için, lütfen bu türün PLANTS Web sitesindeki Bitki Profili sayfasına bakın.

Adaptasyon

Mercimek, kuraklığa dayanıklı, serin iklim bitkisidir. Genellikle yarı kurak iklimlerde sulama yapılmadan yetiştirilmektedir. Mercimek üretimi için yıllık minimum 10 inç yağış gereklidir (Cash ve ark., 2001). Mercimek, düşük yağış ve yüksek sıcaklıkları tolere edebilir, ancak bu stresler çiçeklenme ve tohum oluşumu sırasında meydana gelirse verimi olumsuz etkileyebilmektedir (Muehlbauer ve ark., 2002). Mercimek genellikle serin iklimlerde ilkbaharda, ılık iklimlerde ise sonbahar veya

kış aylarında ekilir. Birkaç çeşit aşırı soğuklara toleranslıdır ve kışın serin iklimlerde ekimi yapılabilmektedir.

Mercimek en iyi derin, kumlu tınlı topraklarda yetişmesine rağmen drenajı iyi olan tüm toprak tiplerinde de yetiştiricilik yapılabilir (Oplinger ve ark., 1990; Elzebrok ve Wind, 2008). Orta alkali veya tuzlu koşulları tolere edebilirler (Muehlbauer ve ark., 2002) ve pH'ı 4,4 ile 8,2 olan topraklarda yetişirler. En ideal toprak pH'sı 5,5 ile 7 arasındadır (Elzebrok ve Wind, 2008).

MERCİMEĞİN KULLANIM ALANLARI

Ticari olarak kullanımı

Mercimek, öncelikle insanlar tarafından tüketilen yenilebilir tohumları için yetiştirildiklerinden “bakliyat” veya “baklagil” olarak kabul edilir. Bazı mercimekler, tohum kabukları bozulmadan, bazıları ise tohum kabukları çıkarılmış olarak satılır ve tüketilir. Tohumlar genellikle çorbalarda, güveçlerde ve salatalarda bütün veya bölünmüş olarak tüketilir ve un haline getirilerek keklerde veya bebek mamalarında kullanılabilir (Elzebrok ve Wind, 2008). Kanada, Avustralya ve Amerika Birleşik Devletleri, mercimek ürünlerinin çoğunu, yüksek düzeyde tüketime sahip Asya ülkelerine ihraç etmektedir (Cash ve ark., 2001).

Mercimek mükemmel bir lif, protein, amino asit (lizin, folat, tiamin), fosfor ve demir kaynağıdır (USDA-Tarımsal Araştırma Servisi, 2015). Metionin ve sistein amino asitleri düşüktür, ancak tahıllarla birlikte tüketildiğinde tam bir protein oluştururlar (Cash ve ark., 2001).

Ürün rotasyonunda mercimek

Mercimek, tahıllar ve diğer ürünlerle dönüşümlü olarak yetiştirildiğinde birçok tarımsal fayda sağlar. Tahıl hastalığı patojenleri için alternatif bir konakçı olmadıkları için tahıl hastalıklarının şiddetini azaltmaya yardımcı olurlar (Muehlbauer ve ark., 2002). Geniş yapraklı bir bitki olduklarından, yabancı otları kontrol etme fırsatı verirler. Ayrıca simbiyotik *Rhizobium* bakterileri ile birlikte biyolojik nitrojen fiksasyonu yoluyla sonraki ürüne nitrojen sağlarlar. Çevresel koşullara bağlı olarak, mercimek dönüm başına 30 ile 100 pound azot sağlayabilir (Muehlbauer ve ark., 2002). Ek olarak, mercimek kalıntısı, düşük karbon/nitrojen oranı nedeniyle hızla ayrışır ve sonraki ürün için bir tohum yatağı hazırlama işlemlerini en aza indirir. Yeşil gübre ve örtü bitkisi olan mercimek, yarı kurak alanlarda potansiyel bir örtü bitkisi veya yeşil gübredir ve kuzey Büyük Ovalarda nadasın değiştirilmesi için bir seçenektir (Allen ve ark., 2011). Ancak araştırmalar, yetiştiricilerin bu uygulamaya dikkatli ve iyi bir yönetimle yaklaşmaları gerektiğini göstermektedir. Mercimek yeşil gübre olarak yetiştirilirse ve bakladan önce sonlandırılmazsa, nadasa kıyasla toprak nemi ve buğday verimi üzerinde olumsuz etkileri olabilir (Zentner ve ark., 1996; Brandt, 1999; Allen ve ark., 2011). Mercimeklerin erken sonlandırılması (çiçek aşamasında) toprak nemi üzerindeki etkileri ve üretilen azot miktarını azaltabilir (Pikul ve ark., 1997; Allen ve ark., 2011; McCauley ve ark., 2012). Allen ve ark. (2011), mercimek yeşili gübresinin yetiştirilmesinden fayda görmeden önce birkaç yılın gerekebileceğini belirlemiştir. Montana'da yaptıkları uzun süreli

çalışmada, buğday ile rotasyonda yetiştirildiğinde ilk beş yıl boyunca nadasa kıyasla önemli ölçüde daha düşükken, ancak altı yıl sonra (üç rotasyon döngüsü), buğday verimindeki farklılıklar ihmal edilebilir düzeyde bulunmuştur. Altı yıl sonra mercimek yeşili gübresinin toprak azot döngüsünü iyileştirdiğini, su verimliliğini koruduğunu ve buğday gübresi gereksinimlerini dengelediğini keşfetmişlerdir. California Central Valley'deki Lockeford Bitki Materyalleri Merkezi (CAPMC), kuraklık koşullarında kış denemelerinde örtü bitkisi olarak yetiştirilen mercimeklerin diğer birçok baklagilden daha iyi performans göstermiştir. CAPMC, mercimek çeşitleri arasındaki farklılıkları değerlendirmek için ileri düzey denemeler yürütmektedir.

Mercimek ekimi

Toprak 40 ° F'ye ısındığında bahar çeşitleri ekilmelidir. Zamanında yapılan ilkbahar ekimi, hasat ve verimi kolaylaştırmaktadır (Oplinger ve diğerleri, 1990). Mercimek fideleri genellikle dona ve 21°F kadar düşük sıcaklıklara dayanabilir. Mercimek, çimlenme sırasında kotiledonları toprak yüzeyinin altında kaldığı için dona diğer ürünlere göre daha dayanıklıdır (Cash ve ark., 2001).

Kışa dayanıklı mercimek çeşitleri yaz sonunda veya sonbahar başında ekilmelidir. Dikim zamanlaması toprak nem koşullarına göre belirlenir. Yaz nadası kullanılan bölgelerde, mercimek ağustos ayı sonlarında nemli ekilebilir. Diğer bölgelerde, sonbaharda ekilen mercimekler tipik olarak sonbahar yağışlarından hemen önce veya sonra Eylül veya Ekim aylarında ekilir.

Mercimek tohumu, kök nodülü oluşumunu ve atmosferik nitrojen fiksasyonunu sağlamak için yakın zamanda mercimek, bezelye veya fiğ yetiştirilmeyen tarlalarda ekim yapılırken *Rhizobium leguminosarum* bakterisi ile aşılanmalıdır. Artık nitrat seviyelerinin dönüm başına 44 poundu aştığı tarlalarda, mercimek nodülasyon yapmayabilir ve nitrojen üretmez (Cash ve ark., 2001). Toprak nitrat seviyeleri aşırı derecede düşükse, ekimden önce uygulanan az miktarda nitrojen (akr başına 10 ile 30 pound) ilk aşama için faydalı olabilir (Oplinger ve ark., 1990).

Mercimeğin, optimum tohum verimi ve azot fiksasyonu için yüksek düzeyde fosfor gereksinimi vardır (Cash ve ark., 2001). Fosfor ve potasyum gübreleme oranları, bölgeniz için toprak test sonuçlarına ve önerilere dayanmalıdır. Bu bilgi için yerel uzantı bültenlerine bakmak yardımcı olmaktadır. Gübre toprağa işlenmeli, sonbaharda ilkbahar ekiminden önce veya ilkbahar tarla hazırlığı sırasında fidelerle doğrudan temastan kaçınılmalıdır (Oplinger ve ark., 1990; Cash ve ark., 2001).

Tohumlama oranları, çeşide bağlı olarak, dönüm başına 40 ile 70 pound arasında değişmektedir (Cash ve ark., 2001; Muehlbauer ve ark., 2002). 6 ile 12 inç sıra aralığına sahip alanlarda fit kare başına yaklaşık 10 tohum ekecek şekilde ayarlanmalıdır (Cash ve ark., 2001). İdeal tohum ekim derinliği 1 ile 2 inçtir.

Başarılı bir mercimek üretimi için gereken uygulamalar

Mercimeklerin yabancı otlarla iyi rekabet etmemesi (Cash ve ark., 2001) ve bitkiler ekim sonrası kolayca zarar görmesi (Oplinger ve ark., 1990) nedeniyle mercimek ekiminden önce yabancı ot yönetimi kritiktir. Linuron ve metribuzin (ekimden sonra uygulanan) gibi herbisitlerin uygulamaları yaygındır. Birkaç çıkış sonrası mercimekte yabancı ot kontrolü için kullanılan herbisit bulunmaktadır, ancak ürüne zarar verebileceklerinden tipik olarak kullanılmazlar. Bunlar arasında çim otları için sethoxydim ve trilliate, geniş yapraklı yabancı otlar için imazethapyr ve metribuzin kullanılmaktadır(Cash ve ark., 2001). Bölgenizde en iyi neyin işe yaradığını ve nasıl güvenli bir şekilde kullanılacağını öğrenmek için yerel tarımsal yayım uzmanınızla veya ilçedeki yabancı ot uzmanıyla iletişime geçmekte fayda vardır. Her kontrol yöntemi için daima etiket ve güvenlik talimatları okunmalıdır. Ticari adlar ve kontrol önlemleri bu belgede yalnızca belirli bilgileri sağlamak için vardır. USDA NRCS, belirtilen ürünleri ve kontrol yöntemlerini garanti etmez ve diğer ürünler de eşit derecede etkili olabilir.

Bir mercimek ürününün yetiştirilmesi için ekim tarihi, yağış ve ısı birimlerine bağlı olarak 80 ile 100 günlük bir büyüme süreci gereklidir (Cash ve ark., 2001). Mercimek tohum kabukları aşağıdan yukarıya doğru olgunlaşır, alt baklalar üst baklalardan önce olgunlaşır. Alt baklalar olgunlaştığında, tohumların parçalanmasını önlemek için ürünün sarılması veya kimyasal kurutucularla kurutulması gerekir (Cash ve ark., 2001).

Mercimek, tohum hasarını önlemek için hasat sırasında yaklaşık %18 ile %20 neme sahip olmalıdır (Oplinger ve ark., 1990), daha sonra uzun süreli depolama için %14 ile %15 nem oranında kurutulmalıdır (Oplinger ve ark., 1990; Cash ve ark., 2001).

Zararlılar ve olası sorunlar

Mercimek, bitki büyümesinin her aşamasında böcekler tarafından saldırıya uğrar. Tohumlar ve fideler, tohum kurtları (*Delia platura*), tel kurtlar (*Limonius* spp. ve *Ctenicera* spp.), kesme kurtlar (*Agrotis* spp.) ve bit larvaları (*Sitona* spp.) tarafından yenir. Mercimek yaprakları, sapları ve çiçekleri tripler (*Frankliniella* spp.), yaprak örgüleri (*Sitona lineatus*), lepidoptera larvaları (*Helicoverpa* spp. ve *Spodoptera* spp.), lygus böcekleri (*Lygus* spp.) ve çekirgeler (multiplr spp.) tarafından zarar görmektedir (Muehlbauer ve ark., 2002). Yaprak bitleri (*Aphis craccivora* ve *Acyrtosiphon pisum*) bitki kısımlarından özsu içerek zarar verebilir.

Yaygın mercimek hastalıkları arasında yaprak biti vektörlü virüsler (yonca mozaïği, fasulye/bezelye yaprağı rulosu, fasulye sarısı mozaik, bezelye oluşumu mozaïği, bezelye çizgisi ve tohum kaynaklı mozaik), kök çürükleri veya solgunluklar (*Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium*, *Aphanomyces* ve *Fusarium* spp.) bulunur.), pas (*Uromyces viciaefabae*), Ascocyta yanıklığı (*Acochyta fabae*), Stemphylium yanıklığı (*Stemphylium* spp.), antraknoz (*Colletotrichum truncatum*) ve tohum kaynaklı mantarlar bulunmaktadır (Muehlbauer ve ark., 2002).

Mercimek hastalığının şiddeti, hastaliksız tohum ekerek, bitki kalıntılarını ortadan kaldırarak ve aynı ürünü aynı tarlaya üç yılda bir defadan fazla ekilmemesi için ürün rotasyon döngülerinin uzatılmasıyla azaltılabilir (Cash ve ark., 2001).

Türkiye'de mercimek

Türkiye, geniş iklimsel, eko-coğrafik, çeşitliliklerle karakterizedir ve tarım sektörü, ekonomilerde ve kırsal toplulukların geçim kaynaklarında önemli bir rol oynamaktadır. Türkiye, 36°-42° kuzey enlemleri ile 26°45° doğu boylamları arasında subtropik bölgede yer almaktadır. Toplam alan 77.945.000 hektardır (Alan 779.452 km², Anadolu 755.688 km², Trakya 24.888 km²). Türkiye, önemli bitki çeşitliliği merkezlerini ve küresel olarak önemli ürünler olan yem bitkileri ve kaba yemlerin menşe merkezlerini kapsamaktadır (Tan, 2012).

Türkiye'de 1982 yılı başlarında bilgisizlik temelinde uygulanan kırsal kalkınma projeleri ve ardından nadas alanlarının daraltılmasına yönelik araştırma ve yayın projesi, bakliyat üretim alanlarının (özellikle mercimek) artmasına neden olmuştur. Fakat 1990'lı yılların başında üretim alanı ve üretim dalgalı bir seyir izlemiş ve 1994 yılından itibaren mercimek ithal edilmeye başlanmıştır (Özel ve ark., 2004). Mercimek, kırmızı ve yeşil olmak üzere iki ana tipte üretilmektedir.

Türkiye'de mercimek üretim durumu

Gelişmekte olan birçok ülkede düşük gelirliilerin önemli besin kaynakları arasında yer alan yenilebilir baklagiller, Türkiye'de birçok

ailenin günlük tüketiminde önemli bir yere sahiptir (Uzunöz, 2009). Türkiye toplam bakliyat üretimine bakıldığında dünyanın en büyük üreticileri arasında yer almaktadır (FAO, 2016). Dünyanın toplam mercimek üretim alanı son on yılda (2005-2015) 4 076 102 hektardan (ha) 4 524 043 hektara çıkmıştır. Söz konusu dönemde Türkiye'nin üretim alanındaki payı %10,8 ve %7,6'dır. 2005 yılında toplam mercimek üretimi 4 040 196 ton olup, Türkiye'nin payı %14,1'dir. 2014 yılı itibarıyla üretim 4 827 122 tona yükselirken, Türkiye'nin payı %7,1'e geriledi. Türkiye'nin dünya mercimek ihracatındaki payı son on yılda sırasıyla %15,1'den %6,7'ye gerilemiştir. İthalatta Türkiye'nin payı 2005 yılında %0,5 iken dönem sonunda %8'e yükselmiştir (FAO, 2016).

Türkiye'de üretilen 9 baklagil türünden en çok nohut, kuru fasulye ve mercimek yetiştirilmektedir. 2018/19 üretim döneminde mercimek üretimi bir önceki üretim dönemine göre %6 azalarak 277 bin hektar, üretim ise %18 azalarak 353 bin ton olarak gerçekleşmiştir. Aynı dönemde ihracat %9 artarak 341 bin tona, ithalat ise %47 artarak 359 bin tona yükseldi. Ev içi kullanım ise %7 azalarak 451 bin ton olarak gerçekleşti. TÜİK verilerine göre 2019 yılı itibarıyla Türkiye'de yaklaşık 9,03 milyon dekar alanda bakliyat ekimi yapılmış ve 1,23 milyon ton üretim gerçekleştirilmiştir. Toplam bakliyat ekim alanının %31'i mercimek iken, toplam kuru bakliyat üretim miktarının %29'u mercimek üretimidir (TÜİK, 2019; Yeşilbaş ve Togay, 2021).

Türkiye'de yeşil ve kırmızı mercimek üretimi yapılmaktadır. Mercimek üretiminin %88'i kırmızı, %12'si yeşil mercimektir. TÜİK (2019)

verilerine göre ekim alanları iller bazında incelendiğinde; kırmızı mercimek ağırlıklı olarak Güneydoğu Anadolu bölgesinde, yeşil mercimek ise ağırlıklı olarak İç Anadolu bölgesinde üretildiği görülmektedir. 2019 yılında kırmızı mercimeklerin %39'u 950 bin dekarla Şanlıurfa'da, 632 bin dekarla Diyarbakır'da %26 ve 277 bin dekarla Mardin'de %11 üretildi. 2015 yılından sonra Türkiye'de kırmızı mercimek toplam üretim alanlarında artış olduğu görülmektedir. 2019 yılında ekim alanları 2015 yılına göre %15 artarak bir önceki yıla göre %0,1 azalmış ve 242 bin hektar alanda üretim gerçekleştirilmiştir. Yeşil mercimek üretiminin %41'i 164 bin dekar ile Yozgat'ta, 30 bin dekar ile Konya'da %26 ve 40 bin dekar ile Kırşehir'de %10'u yapılmaktadır. 2015-19 yılları arasında yeşil mercimek üretiminde artış olduğu görülmektedir. 2019 yılında 396 bin dekar alana mercimek ekimi 2015 yılına göre %141, bir önceki yıla göre ise %16 artış gösterdi. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından uygulanan destekleme politikaları ile kırmızı ve yeşil mercimek üretim alanlarında artış olmasına rağmen 2018/19 sezonunda yeterlilik seviyesi kırmızı mercimek için %75, yeşil mercimek için %87 seviyesinde kalmış ve ülke kullanımına yönelik yeterli düzeye ulaşamamıştır (TÜİK, 2019).

Türkiye'de 2019 yılında kırmızı mercimek üretiminin %33'ü 103 bin tonla Diyarbakır'da, 91 bin tonla Şanlıurfa'da %29,4'ü ve 40 bin tonla Mardin'de %13'ü üretilmiştir. Diyarbakır'da üretim 2019'da bir önceki yıla göre %18 düşerken Şanlıurfa'da %27 arttı. Yeşil mercimek üretimi iller bazında incelendiğinde 2019 yılında; üretimin %40'ının 17,3 bin tonla Yozgat'ta, %25'inin 10,9 bin tonla Konya'da, %11'inin ise 4,9 bin

tonla Kırşehir'de yapıldığı görülmektedir. Yeşil mercimek üretimi 2019 yılında bir önceki yıla göre Yozgat'ta %23, Kırşehir'de %62 artarken, Konya'da %18 azaldı. Toplam yeşil mercimek üretimi ise %1,5 artarak 43,6 bin tona ulaştı. Konya'da 2018 yılında yeşil mercimek üretiminde önceki yıllara göre önemli bir artış olduğu ve 2015 yılına göre üretimde %75'lik önemli bir artışla 2019 yılında ikinci sırada yer aldığı görülmektedir.

Türkiye'de mercimek tüketimi

Türkiye'de mercimek tüketimi incelendiğinde; kırmızı mercimeğin yeşil mercimek yerine tercih edildiği ve kişi başı mercimek tüketiminin yıllar itibariyle büyük bir farklılık göstermediği görülmektedir. Kırmızı mercimek tüketiminin 4,5-5 kg arasında, yeşil mercimek tüketiminin ise 0,5-0,6 kg arasında değiştiği görülmektedir. En düşük kırmızı mercimek tüketiminin 2018/19 üretim sezonunda olduğu ve toplam tüketimin bir önceki yıla göre %10 azalarak 363,8 bin ton olduğu görülmektedir. Aynı sezonda kişi başı tüketim %11 azalarak 4,4 kg olmuştur. Yeşil mercimeklerde; 2018/19 üretim sezonunda tüketim %11 azalarak 43,3 bin tona, kişi başı tüketim ise %17 azalarak 0,5 kg'a gerilemiştir. Piyasa kaynaklarına göre, Türk lirasındaki devalüasyon ve daha az ölçüde ithalat düzenlemelerinin tutarsız uygulanması fiyat artışına katkıda bulunmuştur. Türkiye'de son yıllarda artan kuraklık gibi azalan üretim karşısında artan talep, yeterlilik sorunları yaratmaktadır. Azalan yeterlilik düzeyinin artması ve ürünün ihracat potansiyelinin artması nedeniyle üretim düzeyinin artırılması son derece önemlidir.

Türkiye'de mercimek ıslahının durumu

Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz bölgesi, mercimek de dahil olmak üzere farklı baklagiller için “çeşitlilik sıcak noktaları” ile tür zenginliği ile tanınmaktadır (Maxted ve Bennett, 2001; Idrissi ve ark., 2018). Bu bölgenin uzun bir mercimek ekimi ve ıslah geçmişi vardır. Bu bölgedeki çiftçiler, uzun bir süre boyunca stres koşullarına (abiyotik ve biyotik) adapte olmaları nedeniyle yerel mercimek türlerini seçmişlerdir. Ayrıca, yeryüzü şekilleri ve iklimsel durumlar nedeniyle geniş bir tarımsal çevre çeşitliliği oluşur (Idrissi ve ark., 2018). Bu çeşitli bölgelerden toplanan yerel mercimek türleri, büyük olasılıkla stres koşullarına ve yüksek genetik çeşitliliğe farklı tepkilere sahiptir (Idrissi ve ark., 2016; Idrissi ve ark., 2018).

Türkiye zengin bitki genetik kaynakları/bitki çeşitliliği ile önemli ülkelerden biridir. Vavilov'un Gen Merkezlerinden ikisi (Yakın Doğu ve Akdeniz Merkezleri) Türkiye'ye uzanmaktadır. Bu da tabii ki Türkiye'nin yabani, otsu ve kültüre alınmış formları ile birçok bitki türünün Köken ve/veya Çeşitlilik Merkezi'nden biri olduğunu göstermektedir. Ayrıca Türkiye, antik tarımın başladığı ıslah merkezlerinden biridir. Türkiye zengin bir aile, cins ve bitki çeşitliliğine sahiptir (174 aile, 1251 cins ve 9222 tür). 8988 tür yerli, tür endemizmi yüksek ve 2991 bitki türü Türkiye'ye endemiktir (Karag ve ark., 2001). Türkiye florası önemli yerli türlerin (buğday, arpa, nohut, mercimek, kiraz, armut, kayısı, kestane, fıstık vb.) pek çok yabani akrabasını da içermektedir (Tan, 2012).

Türkiye'de beş yabancı mercimek türü, *Lens orientalis*, *L. nigricans*, *L. ervoides*, *L. montbretii* ve *L. odemensis* bulunur. Türkiye'nin Güneydoğu bölgesi çok sayıda ekili mercimek çeşidine sahiptir. 1970 yılından bu yana pek çoğu şu anda yetiştirilmeyen çok sayıda yerel çeşit Türkiye'nin farklı bölgelerinden örneklenmiş ve Menemen/İzmir ve Ankara'daki Bitki Genetik Kaynakları Merkezi'nin tohum bankasında muhafaza edilmiştir. Son zamanlarda, Kafkas ve Özbek gibi Güneydoğu Anadolu'dan toplanan çeşitli yerel türlerden tek bitki seçimi yoluyla birkaç mercimek çeşidi geliştirilmiştir (Kahrıman ve ark., 2015; Aydoğan ve ark., 2016). 30 yıl öncesine kadar, yerel mercimek türleri hala yerel tarımda kullanılıyordu ve genellikle ekim alanlarından sonra adlandırılıyordu. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre bugüne kadar toplam 33 mercimek çeşidi tescil edilmiştir (TÜİK, 2022). Türkiye'de tescilli mercimek çeşidi sayısı, başta fasulye ve nohut olmak üzere diğer baklagillere göre daha azdır. Bununla birlikte, sosyo-ekonomik değişiklikler, yerel mercimek ekiminin dramatik bir şekilde azalmasına ve yerel nüfusun kaybolmasına neden olmuştur. Bu genetik çeşitlilik kaybını durdurmak için mevcut biyo-çeşitliliğin korunması ve keşfi esastır. Mercimeklerin ekonomik ve besinsel önemini göz önünde bulundurarak, genellikle moleküler belirteçler kullanarak yerel türlerde bulunan genetik çeşitliliği değerlendirmek, sürdürmek ve geliştirmek için koruma genetiğinden yararlanmak çok önemlidir.

KAYNAKLAR

- Anonim (2015). Food and Agriculture Organization. Available at: <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Erişim tarihi; 24.07.2015).
- Anonim (2016). Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO) (Erişim tarihi; 24.07.2016). <http://www.fao.org>.
- Allen, B. L., Pikul Jr, J. L., Waddell, J. T., & Cochran, V. L. (2011). Long-term lentil green-manure replacement for fallow in the semiarid northern Great Plains. *Agronomy journal*, 103(4), 1292-1298.
- Aydoğan, A., Gürbüz, A., Kadir, A. K. A. N., Kon, H. İ. F., Zafer, M. E. R. T., & Özer, G. Ç. (2016). Mercimek (*Lens culinaris* M.) germplasmında herbisit toleransı için genetik çeşitliliğin belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(ÖZEL SAYI-1), 165-170.
- Brandt, S. A. (1999). Management practices for black lentil green manure for the semi-arid Canadian prairies. *Canadian journal of plant science*, 79(1), 11-17.
- Cash, D., Lockerman, R., Bowman, H., & Welty, L. (2001). Growing Lentils in Montana. Montana State University Extension Guide MT199615. Montana State University, Bozeman, MT.
- Elzebroek, A. T. G., & Wind, K. (2008). Guide to cultivated plants. CAB International, Oxfordshire Wallingford, UK.
- Hancock, J.F. (2004). Plant Evolution and the Origin of Crop Species. Edi. James F. Hancock. CAB International, Oxon, UK and Cambridge, MA 02139, USA. pp 245.
- Idrissi, O., Piergiovanni, A. R., Toklu, F., Houasli, C., Udupa, S. M., De Keyser, E. & De Riek, J. (2018). Molecular variance and population structure of lentil (*Lens culinaris* Medik.) landraces from Mediterranean countries as revealed by simple sequence repeat DNA markers: implications for conservation and use. *Plant Genetic Resources*, 16(3), 249-259.
- Idrissi, O., Udupa, S. M., De Keyser, E., McGee, R. J., Coyne, C. J., Saha, G. C., & De Riek, J. (2016). Identification of quantitative trait loci controlling root and

- shoot traits associated with drought tolerance in a lentil (*Lens culinaris* Medik.) recombinant inbred line population. *Frontiers in plant science*, 7, 1174.
- Kahrıman, A., TEMEL, H. Y., Aydoğan, A., & Tanyolac, M. B. (2015). Major quantitative trait loci for flowering time in lentil. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 39(4), 588-595.
- Karagã. Z. A. (2001). Plant genetic resources conservation in Turkey. In *International Symposium on Sustainable Use of Plant Biodiversity to Promote New Opportunities for Horticultural Production* 598 (pp. 17-25).
- Maxted, N., & Bennett, S. J. (2001). Future Conservation and Utilisation Priorities. In *Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean* (pp. 357-378). Springer, Dordrecht.
- McCauley, A. M., Jones, C. A., Miller, P. R., Burgess, M. H., & Zabinski, C. A. (2012). Nitrogen fixation by pea and lentil green manures in a semi-arid agroecoregion: effect of planting and termination timing. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 92(3), 305-314.
- Muehlbauer, F.J., Summerfield, R.J., Kaiser, W.J., Clement, S.L., C.M. Boerboom, Welsh-Maddux, M.M., & Short. R. W. (2002). Principles and Practice of Lentil Production. Available at: <http://www.ars.usda.gov/is/np/lentils/lentils.htm> (Accessed 17 August 2015). USDA-Agricultural Research Service, Pullman, WA
- Oplinger, E.S., Hardman, L.L., Kaminski, A.R., Kelling, K.A., & Doll J.D. (1990). Lentil. Alternative Field Crops Manual. [Online] Available at: <https://hort.purdue.edu/newcrop/afcm/lentil.html>. University of Wisconsin Cooperative Extension and University of Minnesota Extension Service, Madison, WI and St. Paul, MN.
- Özel, A., Demirbilek, T., Gür, M. A., & Çopur, O. (2004). Effects of different sowing date and intrarow spacing on yield and some agronomic traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Harran Plain's arid conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28(6), 413-419.

- Pikul Jr, J. L., Aase, J. K., & Cochran, V. L. (1997). Lentil green manure as fallow replacement in the semiarid northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 89(6), 867-874.
- Tan, A. (2012). On-farm conservation of cereal and legume landraces in the north-west transitional region of Turkey. Novel characterization of crop wild relative and landrace resources as a basis for improved crop breeding. *Landraces*, 1(19), 1-31.
- TÜİK. (2019). Türkiye İstatistik Kurumu, Tarım Alanları, http://tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001 (Erişim tarihi: 21.03.2019).
- TÜİK. (2022). Tarımsal Ürün Fiyatları ve Üreti değerleri, Bitkisel Üretim Denge Tabloları, Bitkisel üretim İstatistikleri, Hayvancılık İstatistikleri. 02.17.2022 tarihinde Tarım-Veri tabanları-İstatistiksel Tablolar: <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> adresinden alındı
- USDA-Agricultural Research Service. (2015). National Nutrient Database Standard Release. [Online] Available at: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4782?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=lentil> (Accessed 24 August 2015). USDA-ARS, Washington, DC.
- USDA-National Agricultural Statistics Service. (2012). Press release. [Online] Available at: http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Washington/Publications/Current_News_Release/pealent11.pdf. (Accessed 14 August 2015). USDA-NASS, Washington, DC.
- Uzunöz, M. (2009). Türkiye’de baklagil ürünlerinde iç ticaret hadleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2009(1), 29-37.
- Vavilov, N.I. (1949). The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chron. Bot.* 13:1-54.
- Yeşilbaş, C., & Togay, Y. (2021). The Effect of Organic and Inorganic Fertilization on The Yield and Some Yield Components of Lentil (*Lens culinaris Medic.*) In Van Conditions. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 5(4), 786-794.
- Youngman, V. E. (1968). Lentils—a pulse of the Palouse. *Economic Botany*, 22(2), 135-139.

- Zentner, R. P., Campbell, C. A., Biederbeck, V. O., & Selles, F. (1996). Indianhead black lentil as green manure for wheat rotations in the Brown soil zone. *Canadian Journal of Plant Science*, 76(3), 417-422.
- Zohary, D. (1995). Lentil: *Lens culinaris* (Leguminosae–Papilionoideae). *Evolution of crop plants*. Longman Scientific & Technical. Harlow, UK, 271-274.
- Zohary, D., & Hopf, M. (1973). Domestication of Pulses in the Old World: Legumes were companions of wheat and barley when agriculture began in the Near East. *Science*, 182(4115), 887-894.

BÖLÜM 8

MERCİMEK (*Lens culinaris* Medik) ISLAHI

Dr. Öğr. Üyesi Muhammad Azhar NADEEM¹

Arş. Gör. İlker YÜCE²

Amjad ALİ³

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. azharjoiya22@gmail.com

ORCID NO: 0000-0002-0637-9619

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. ilkeryuce001@gmail.com

ORCID NO: 0000-0002-9761-3561

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. amjadbzu11@gmail.com

ORCID NO: 0000-0003-0816-1872

GİRİŞ

Mercimek (*Lens culinaris* Medik), *Leguminosae* (*Fabaceae*) familyasının *Lens* cinsine ait bir baklagil bitkisidir (Fikiru ve ark., 2007; Sözen ve Karadavut, 2019). Alman botanikçi Medikus, 1787 yılında bitkiye *Lens culinaris* bilimsel adını vermiştir (Hanelt, 2001). Kültüre alınan mercimeğin, küçük tohumlu (mikrosperma) ve büyük tohumlu (makrosperma) olmak üzere iki çeşidi vardır (Sharma ve ark., 1995). Mercimek, ince gövdeli, çok dallı, dik veya yarı dik yetişen tek yıllık bir bitkidir (Sandhu ve Singh, 2007).

Mercimek (*Lens culinaris* Medik), 8.000 yılı aşkın süredir temel besin kaynağı olarak yetiştirilen en eski gıda ürünlerinden biridir (Dhuppar ve ark., 2012; Oplinger ve ark., 1990; Sözen ve karadavut, 2017). Kültüre alınması siyez, arpa ve bezelye üretimine kadar uzanmaktadır (Bahle ve ark., 1993; Çokkızgın ve Munqez, 2013). En büyük mercimek üreticisi olan ülkeler; Kanada, Hindistan, Türkiye, Avustralya, Amerika Birleşik Devletleri, Nepal, Çin ve Etiyopya'dır (FAOSTAT, 2013). Bu bölgelerde değişen oranlarda hem kırmızı hem de yeşil mercimek üretilmektedir. Batı Asya, Kuzey ve Doğu Afrika'nın gıda, yem ve tarım sistemlerinde önemli bir üründür (Akibode ve Maredia, 2011). Çok çeşitli ekolojilere yayılmıştır fakat üretim, tropikal bölgelerle sınırlı kalmıştır. Mercimek bitkisi orijin bölgesinden yayılırken, bulunduğu ortama adapte olma sürecinde abiyotik ve biyotik stres faktörleri ile karşılaşmıştır (Materne ve Siddique, 2009).

Birçok biyotik ve abiyotik faktör, mercimek verimini olumsuz yönde etkilemiştir. Öne çıkan biyotik faktörlerden bazıları pas, antraknoz, külleme ve sklerotinia kök çürüklüğüdür (Chen ve ark., 2009). Kuraklık, soğuk, tuzluluk, su basması gibi abiyotik faktörlerin mercimek verimini etkilediği bildirilmektedir (Andrews ve McKenzie, 2007; Kumar ve ark., 2014; Smikal ve ark., 2015; Lake ve Sadras, 2019). Biyotik ve abiyotik stres faktörlerine iklim değişikliğinin etkileri eklendiğinde, bitki daha fazla zarar görmektedir (Challinor ve ark., 2009). Mercimek çeşitleri ve yerel türler, genetik çeşitliliğin ana kaynağını oluşturmaktadır (Fratini ve ark., 2004; Rawal ve Bausal, 2019; Materne ve McNeil, 2007).

Mercimekte abiyotik stres

Kuraklık stresi

Mercimek, dünya çapında genellikle kurak alan bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Bu nedenle mercimek üretim miktarı çoğunlukla çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir. İklim değişikliğinin etkilediği kurak ve yarı kurak bölgelerde, mercimek üretimini sınırlayan en önemli faktör kuraklıktır (Sarker ve ark., 2009). Dolayısıyla mercimek verimini etkileyen temel faktörler yağış miktarı ve sıcaklık rejimidir. Artan kuraklık stresinde mercimek verimi önemli ölçüde azalmasına rağmen, diğer baklagillere kıyasla orta derecede kuraklığa toleranslı bir bitki olarak bilinir (Kumar ve ark., 2012).

Kuraklığa tolerans, mercimekte verimi ve ürün miktarını artırmak için ele alınması gereken en önemli ıslah önceliklerinden biridir. Kuraklık stresi, bitkinin büyüme aşamalarına göre farklı fizyolojik evrelerde ortaya çıkabilmektedir (Idrissi ve ark., 2015). Özellikle Akdeniz ve Ortadoğu ülkelerinde kışlık ekilen mercimek, sıcaklıkların artması ve yağışların azalması durumunda vejetatif evrede kuraklıkla karşılaşmaktadır (Materne ve ark., 2007). Benzer şekilde, yarı kurak bölgelerde kışlık ekilen mercimek ve Akdeniz bölgelerinde ilkbaharda ekilen mercimek, büyüme mevsimi boyunca giderek artan bir kuraklık stresi yaşamaktadır.

Mercimekte kuraklık stresine toleransın, bazı mekanizmalara dayandığı bilinmektedir (Sözen, 2021). Mercimeğin kuraklık toleransı, yaprak alanının azalması, stoma kapanması ve ozmotik denge gibi bazı morfolojik ve biyokimyasal değişikliklerin yanında artan antioksidan tepkilerle elde edilmektedir (Levitt, 1980). Mercimek, kurak koşullar altında nohut hariç diğer baklagillere kıyasla daha yüksek bir ozmotik dengeye sahiptir (Leport ve ark., 1998; Shrestha ve ark., 2006).

Kuraklığa tolerans mekanizmaları, özellikle çiçeklenme süresi kısa ve hızlı kök büyümesine sahip olan mercimek genotiplerinde oldukça önemlidir (Erskine ve Saxena, 1993; Silim ve ark., 1993). Yapılan bazı araştırmalar, ekim ertelendiği takdirde, bitki kökleri toprak altındaki neme ulaşacak kadar iyi gelişmezse, büyüme evrelerinde kuraklığın meydana gelebileceğini vurgulamıştır (Bhattarai ve ark., 1988; Rahman ve Mallick, 1988). İyi gelişmiş kökler ve erken büyüme dönemindeki güçlü sürgünler, bitkinin kuraklıktan kaçınması ve toleransı için son

derece önemlidir. Çünkü bu iyi gelişmiş kökler kurak koşullarda su ve besin alımını artırmayı sağlamaktadır (Wu ve Cheng, 2014; Aswaf ve Blair, 2012; Idrissi ve ark., 2013, 2015). Buddenhagen ve Richards (1988), kurak koşullarda derin köklenmenin mercimekte önemli bir seçim kriteri olduğunu bildirmişlerdir. Bazı sürgün özellikleri (gövde uzunluğu, yaprak yüzeyi, stoma özellikleri vb.) kuraklığa toleransı artırmak için kritik öneme sahiptir (Salam ve Islam, 1994). Dünyanın farklı bölgelerinde bulunan mercimek gen kaynakları, gövde uzunluğu, ana kök uzunluğu, yan kök sayısı, toplam kök uzunluğu gibi özellikler bakımından geniş bir genetik varyasyona sahiptir (Sarker ve ark., 2005; Kumar ve ark., 2012, 2013; Idrissi ve ark., 2015).

Priya ve ark. (2021), fide döneminde kuraklık toleransı ile ilişkili kök özellikleri arasındaki farklılıkları belirlemek amacıyla 119 mercimek genotipi ile yaptığı çalışmada, toplam kök uzunluğu, yüzey alanı, kök hacmi ve kök çapının mercimeğin büyümesi ile doğrudan ilişkili olduğunu belirlemiştir. Siddique ve ark. (2001), kuraklık yaşanan bölgelerde mercimek üretiminin artırılmasındaki temel başarının, ürünün olumsuz toprak-su kıtlığından kurtulmasını sağlayan kısa sezon çeşitlerinin geliştirilmesi olduğunu vurgulamıştır. Erken çiçek açan/olgunlaşan genotiplerin gelişimi için, Uluslararası Kurak Alanlar Tarımsal Araştırma Merkezi (ICARDA) yıllardır çalışmakta ve 'Uluslararası Kuraklığa Toleranslı Fidanlık' bölgesinde depolanan gelişmiş hatlar/çeşitler ulusal ve uluslararası ıslah programları ile paylaşılmaktadır. Aynı zamanda bu fidanlıkta fide canlılığı, bitki boyu, toplam kök uzunluğu, yan kök sayısı, erken çiçeklenme, erken

olgunlaşma, tane verimi, hasat indeksi, su kullanım verimliliği gibi birçok morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellik, kuraklık koşullarına uygun mercimek genotiplerini seçmek için rutin olarak gözlenmekte ve incelenmektedir.

Gorim ve Vandenberg (2017), yaptıkları çalışmada mercimek genotiplerinin ve yabancı formlarının bazı kök ve sürgün özelliklerini su eksikliği altında değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda yabancı mercimek genotiplerinin; çiçeklenmenin gecikmesi, düşük terleme hızı, bitki boyu ve derin kök yapısı gibi kuraklıkla ilgili çeşitli mekanizmalara sahip olduğunu saptamışlardır. Ayrıca, yabancı mercimek türlerinin çok sayıda küçük tohum üretmesinin, mercimek ıslah programlarında verimi artırmak için faydalı bir özellik olabileceğini bildirmişlerdir.

Kuraklık stres koşulları altında kuraklık toleransı ile ilişkili kök ve sürgün özelliklerini kontrol eden QTL'leri belirlemek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. İdrissi ve ark. (2016), mercimekte kuru kök ağırlığı, kök yüzey alanı, yan kök sayısı, kuru sürgün ağırlığı ve sürgün uzunluğu gibi toplam 14 kök ve sürgün özelliğini kontrol eden birçok QTL belirlemiştir.

Mercimekte kök-sürgün oranı ile ilişkili *QRSratio_{IX-2.30}* kodlu marker tespit edilmiştir. Kök sürgün oranı kuraklığa dayanıklılık bakımından oldukça önemlidir. Biju et al. (2017) ayrıca kök-sürgün oranı gibi bazı köklenme modellerinin kuraklığa tolerans ile ilişkili olduğunu ve mercimek ıslah programlarında kullanılabileceğini belirtmiştir. Son zamanlarda, Haile ve ark. (2021), çiçeklenme ile ilgili bazı QTL'leri

tanımlanmış ve özellikle kışlık ekim sisteminde erken çiçeklenme en önemli kuraklığa tolerans mekanizmalarından biri olduğu için bu QTL'lerdeki alellerin araştırılmaya değer olabileceğini vurgulamıştır.

Isı stresi

Mercimek, diğer serin iklim baklagilleri gibi yüksek sıcaklıklara karşı oldukça hassastır. Mercimek yetiştiriciliği için optimum sıcaklık, vejetatif dönemde daha düşük sıcaklıklar ve olgunluk döneminde daha yüksek sıcaklıklar gerektirdiğinden 18-30 °C'dir (Choudhury ve ark., 2012).

Mercimek, ekimden hasada kadar her aşamada yüksek sıcaklıklara maruz kalma riski altındadır. Covell ve ark. (1986), sıcaklıkların 24,4 °C'den yüksek olması durumunda mercimekte çimlenme oranının düşebileceğini bildirmiştir. Çiçeklenme öncesi yaşanan ısı stresi, bitkilerin farklı kısımlarında güneş yanıkları, yaprak yaşlanması, sürgün ve kök büyümesinde azalma, biyokütlede azalma ve fizyolojik özelliklerde anormallikler gibi morfolojik olarak bazı deformasyonlara neden olabilmektedir (Gaur ve ark., 2015; Singh ve ark., 2015, 2016). Mercimek, özellikle çiçeklenme döneminde yüksek sıcaklıklara karşı oldukça hassastır. Siddique ve ark. (1999), yüksek sıcaklıklara (30 °C'nin üzerinde) birkaç gün maruz kalmanın büyük oranda verim kaybına neden olduğunu belirtmiştir. Yapılan birçok araştırma, gündüz sıcaklıklarının 35 °C'nin üzerinde olması durumunda mercimekte ciddi verim kayıplarının meydana geldiğini belirtmektedir (Singh ve ark., 2016; Kumar ve ark., 2022). Gaur ve ark. (2015), polen canlılığının,

döllenenin, bakla ve tohum gelişiminin bu aşamadaki ısı stresinden olumsuz etkilendiğini vurgulamıştır.

Polenlerdeki deformasyonlar, çiçeklenme öncesi ve sonrası kötü bakla ve tohum oluşumuna neden olmaktadır (Sakata ve Higashitani, 2008; Gaur ve ark., 2015). Mercimekte üreme döneminde 32/20°C'nin (gündüz/gece) üzerindeki sıcaklıklar %20-70 oranında verim kaybına yol açmaktadır (Kumar ve ark., 2016). Sita ve ark. (2018), 33/28 °C sıcaklıklarda (ortalama gündüz ve gece sıcaklığı olarak) tohum veriminin %38-58 oranında azaldığını belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmada ısı stresi, kontrole kıyasla tohum büyüme oranını %30-44 ve tane doldurma süresini 5.5-8.1 gün azaltmıştır (Sita ve ark., 2018).

Isı stresinden kaynaklanan verim kayıplarını azaltmak için genetik çeşitlilikten faydalanmak önemli ve doğru bir yaklaşımdır (Krishnamurthy ve ark., 2011). Genel olarak, bazı fenotipik (fide ömrü, bakla durumu, verim, çiçek sayısı, biyokütle vb.), fizyolojik (polen morfolojisi, polen canlılığı, polen çimlenmesi, yumurta canlılığı, stoma iletkenliği, yaprak sıcaklığı, zar hasarı vb.) ve biyokimyasal özellikler (çözünür proteinler, sakkaroz, sakkaroz fosfat sentaz, askorbat peroksidaz, vb.) ısıya dayanıklı genotiplerin tanımlanması için kullanılmıştır (Kumar ve ark., 2020). Son zamanlarda, mercimekte ısı toleransı ile ilgili morfo-fizyolojik özelliklere ait bazı markerlar tanımlanmıştır (IG 2507, IG 3263, IG 3745, IG4258, FLIP 2009, PDL-1 ve PDL-2) (Kumar ve ark., 2016; Sita ve ark., 2017)

Singh ve ark. (2016), bazı morfofizyolojik ve üreme özellikleri ile SSR markerlarını kullanarak 119 mercimek genotipi arasındaki sıcaklık

toleransı bakımından genetik çeşitliliği belirlemek amacıyla yaptığı çalışma sonucunda, ısı stresi altındaki morfolojik ve üreme özelliklerinin SSR dizileri arasında değişkenlik gösterdiğini belirlemişlerdir. Sıcaklık stresi altındaki özelliklerin karmaşık genetiği ve düşük kalıtım derecesi, ıslah çalışmalarındaki doğrudan kullanımını sınırlandırmaktadır (Manavalan ve ark., 2009). Fakat sıcaklığa dayanıklı markerlar kullanılarak geliştirilen ıslah hatlarının sıcak iklim koşullarında taranması, ısıya dayanıklı çeşitlerin geliştirme şansını artırmaktadır (Gaur ve ark., 2015). Genel olarak mercimekte sıcaklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine ve sıcaklığa dayanıklılıkta rol oynayan genetik mekanizmanın belirlenmesine yönelik sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak mercimekteki sıcaklık stresi ile ilgili bilgiler her geçen gün artmakta ve yavaş yavaş ıslah çalışmalarına entegre edilmektedir.

Soğuk stresi

Mercimek, dünyanın farklı bölgelerinde yetiştirilen bir bitkidir. Mercimek, özellikle çiçeklenme döneminde soğuğa karşı çok hassastır. Mercimekte soğuğun neden olduğu olumsuz sonuçlar; çiçek düşmesi, bakla düşmesi, vejetatif doku ve tohum hasarıdır. Erskine ve Muehlbauer (1995), kışa dayanıklı mercimeklerin küçük tohum oluşturma, geç çiçeklenme ve geç olgunlaşma eğiliminde olduğunu bildirmiştir. Ayrıca mercimeğin gövdesi soğuk stresinde solmaktadır. Oluşan bu hasarlar, kurşuni küf ve antraknoz gibi patojene neden olan hastalıkların bitkiye bulaşmasına neden olmaktadır.

1980'den beri mercimeğim soğuğa toleransı ile ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Erskine ve ark., 1981; Summerfield ve ark., 1985; Murray ve ark., 1988; Spaeth ve Muehlbauer, 1991; Kuşmenoğlu ve Aydın, 1995; Ali ve ark., 1999; Aydoğan ve ark., 2002, 2005; Kahraman ve ark., 2004, 2010; Barrios ve ark., 2016, 2017; Nabati ve ark., 2021). Yakın zamanda, Nabati ve ark. (2021), soğuğa dayanıklı mercimek genotiplerini seçmek için 2018-2019 yıllarında iki lokasyonda (Mashhad ve Jolgeh Rokh, İran) yirmi mercimek genotipi ile çalışmıştır. Çalışma sonucunda, uzun süreli soğuklarda arazi koşullarında ekim için MLC409 ve MLC70 mercimek genotiplerini önermişlerdir.

Tuzluluk stresi

Tuzluluk, ürün miktarını azaltan ve dünya çapında yaklaşık 1 milyar hektar araziye etkileyen önemli bir faktördür (Fageria ve ark., 2012). IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli)'nin 2007 verilerine göre, önümüzdeki yüzyılda küresel sıcaklıkların 1,1°C - 6,4°C arasında artması beklenmektedir. Yükselen sıcaklıklar hava durumunu etkileyerek sel, kuraklık ve tuzluluğa yol açmaktadır.

Fageria ve ark. (2012) tuzluluk sorununun her yıl %10 oranında arttığını belirtmiştir. 2011'de 7 milyar olan dünya nüfusunun, 2050'de 9 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Epstein ve Bloom, 2005). Hızlı nüfus artışı, önümüzdeki yıllarda dünyanın daha fazla gıdaya ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, tuzlu topraklarda veya farklı iklim koşullarında yetiştirilen ürünlerin geliştirilmesi, artan gıda talebini karşılamak için oldukça önemlidir.

Mercimek, bakla ve soya fasulyesine kıyasla tuzluluğa daha duyarlı bir tür olarak kabul edilmektedir (Ashraf ve Waheed, 1993; Katerji ve ark., 2003; Sidari ve ark., 2008). Fakat buna rağmen nohut ve bezelyeye göre tuzluluğa toleransı daha yüksektir (Siddique ve Loss, 1999). Horie ve ark. (2012) iki aşamada (iyonik stres ve ozmotik stres) meydana gelen tuz stresinin karmaşıklığı nedeniyle tuza dayanıklı çeşit geliştirme çalışmalarının oldukça sınırlı olduğunu belirtmiştir. Ozmotik stres su alımını, hücre genişlemesini ve hücre gelişimini engellemektedir (Munns ve ark., 2006). Yapraklara yüksek Na⁺ iyonu alımı; yaprak nekrozunu teşvik etmekte, tuz stresi altında klorofil içeriğini artırmakta ve fotosentezi azaltarak bitki ölümüne neden olmaktadır (Horie ve ark., 2012).

Mercimek, fide oluşumu ve sonrasındaki büyüme aşamalarında tuzluluk stresine karşı oldukça hassastır (Ayoub, 1977; Rahimi ve ark., 2009). Mercimek kökleri tuzlu topraklardan olumsuz etkilenmektedir. Tuzlu topraklar, kök kıllarının büyümesi yavaşlatır ve sınırlı miktarda nodülasyona ve N₂ fiksasyonuna sebep olur (Rai ve Singh, 1999; Van Hoorn ve ark., 2001). Ayrıca bu stres faktörü, iyon homeostazi, fotosentez (AL-Quraan ve ark., 2014), membran hasarı (Hossain ve ark., 2017), oksidatif stres (Al-Quraan ve Al-Omari, 2017; Hossain ve ark., 2017), γ -aminobütirik asit (GABA) birikimi (Al-Quraan ve Al-Omari, 2017), antioksidan tepkiler (Bandeoğlu ve ark., 2004), ozmolit birikimi ve prolin metabolizması (Turan ve ark., 2007; Hossain ve ark., 2017) gibi farklı biyokimyasal ve fizyolojik özellikleri olumsuz etkileyerek mercimek gelişimini ve morfolojisini de sınırlamaktadır

(Turan ve ark., 2007; Hossain ve ark., 2017). Şimdiye kadar mercimekte tuz stresi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Ashraf ve Waheed, 1993; Ashraf ve ark., 1990; Jana ve Slinkard, 1979; Singh ve ark., 2017; Singh ve ark., 2020). Mercimek gen kaynaklarında tuzluluk toleransı bakımından önemli oranda genetik varyasyon olduğu bildirilmiştir. Örneğin, Singh ve ark. (2017), PDL-1 ve PSL-9'un (toleranslı hatlar) ve L-4076 ve L-4147'nin (hassas genotipler) gelecekteki ıslah programları için tuza dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için değerlendirilebileceğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada, Singh ve ark. (2020), hidroponik deney altında 120 mM NaCl'de toleranslı (PSL-9) ve tuza duyarlı (L-4076) genotipler sunmuştur (Şekil 1).

Yapılan bir çalışmada, fide aşamasındaki mercimeğin tuzluluk stresine olan toleransı bakımından genetik haritalama yapılmıştır. Çalışma sonucunda SSR markerları ile bağlantılı bir tuzluluk stres tolerans lokusu “qS_{ss}” keşfedilmiştir. Bu lokustaki markerlar PBA_LC_1752, PBA_LC_1288, PBA_LC_1684, PBA_LC_1480, LC_04, PBA_LC_1563 ve PBA_LC_1526 şeklindedir. Ayrıca, LC_04 ve PB_LC-1563 markerlarının fide ömrü ile daha yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir. Tuzluluk tolerans genlerinin yeni kuşaklara aktarılması için bu markerların mercimek ıslah çalışmalarına dahil edilmesi gerekmektedir.



Şekil 1. Hidroponik Deney Altında 120 mM NaCl Uygulamasına Toleranslı (PSL-9) ve Tuza Duyarlı (L-4076) Mercimek Genotipleri (Singh ve ark., 2020).

Wong ve ark. (2015), dizileme teknikleri kullanarak çeşitli özelliklere ait karmaşıklığı azaltmaya yönelik genotipleme çalışmaları yapmıştır.

Yakın zamanda, Dissanayake ve ark. (2021), tuz toleransı ile ilgili genomik bölgeleri belirlemek amacıyla 276 Avustralya mercimek genotipi ile bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada yapılan GWAS analizi sonucunda 2. ve 4. kromozom üzerinde sırasıyla 43 adet ve 1195 adet gen bölgesi belirlenmiştir. Tuz toleransına karşı ILL7685 ve ILL1719 kodlu 2 adet genotip önerilmiştir.

Özetle, mercimekte tuz stresi ile ilgili açıklanan bilgiler, küresel ölçekte mercimek verimliliğini artırmak için yapılacak mercimek ıslahı çalışmalarına katkı sağlayacaktır. Bu yazıda açıklanan genomik

bilgilerin derlemesi, araştırmacılar ve yetiştiriciler tarafından, önümüzdeki yıllarda insanlığın çeşitli taleplerini karşılamak için stres faktörlerine dirençli çeşitlerin geliştirilmesinde kullanılacaktır.

KAYNAKLAR

- Abode, S., Maredia, M. (2011). Global and regional trends in production, trade and consumption of food legume crops.
- Al-Quraan, N.A., Al-Omari, H.A. (2017). GABA accumulation and oxidative damage responses to salt, osmotic and H₂O₂ treatments in two lentil (*Lens culinaris* Medik) accessions. *Plant Biosyst* 151(1):148–157
- Al-Quraan, N.A., Al-Sharbati, M., Dababneh, Y., Al-Olabi, M. (2014). Effect of temperature, salt and osmotic stresses on seed germination and chlorophyll contents in lentil (*Lens culinaris* Medik). *Acta Hort* 1054:47–54
- Andrews, M., and McKenzie, B.A. (2007). “Adaptation and ecology,” in *Lentil: An Ancient Crop for Modern Times*, eds S. S. Yadav, D. McNeil, and P. C. Stevenson (Dordrecht: Springer), 23–32.
- Ashraf, M., Waheed, A. (1990). Screening of local/exotic accessions of lentil (*Lens culinaris* Medic.) for salt tolerance at two growth stages. *Plant Soil* 128(2):167–76
- Ashraf, M. & A. Waheed, (1993). Responses of some local/exotic accessions of lentil (*Lens culinaris* Medic.) to salt stress. *Crop Sci* 170: 103–112.
- Aswaf, A., & Blair, M. (2012). Quantitative trait loci for rooting pattern traits of common beans grown under drought stress versus non-stress conditions. *Molecular Breeding*, 30, 681-695
- Aydoğan, A., Kahraman A., Muehlbauer, F. J., Sarker, A., & Erskine, W. (2005). Evaluation and Selection for Winter Hardiness in 10 Lentil Recombinant Inbred Line Populations for Adaptation to High Elevation Regions of Turkey. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 14(1-2), 85-94.
- Aydoğan, A., Karagül, V., & Bozdemir, Ç. (2002). Lentil (*Lens culinaris* Medik.) Breeding Activities for Central Anatolia Region. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1-2).
- Ayoub, A.T. (1977). Salt tolerance of lentil (*Lens esculenta*). *Journal of Horticultural Science*, 52(1), 163-168.

- Bahl, P.N. (1993). An overview of the production and problems in southeast Asia. In Lentil in South Asia. Proceedings of the seminar on lentils in South Asia, 1993 (pp. 1-10). ICARDA.
- Barrios, A., Aparicio, T., Rodríguez, M. J., de la Vega, M. P., & Caminero, C. (2016). Winter sowing of adapted lines as a potential yield increase strategy in lentil (*Lens culinaris* Medik.). Spanish Journal of Agricultural Research, 14(2), e0702-e0702.
- Barrios, A., Caminero, C., García, P., Krezdorn, N., Hoffmeier, K., Winter, P., & Pérez de la Vega, M. (2017). Deep Super-SAGE transcriptomic analysis of cold acclimation in lentil (*Lens culinaris* Medik.). BMC plant biology, 17(1), 1-15.
- Bhattarai, A.N., Bharati, M.P., & Gyawali, B.K. (1988). Factors which limit the productivity of cool season food legumes in Nepal. In: World Crops: Cool season food legumes, pp 217–228 (Ed R.J. Summerfield). Kluwer Academic Publishers
- Biju, S., Fuentes, S., & Gupta, D. (2017). Silicon improves seed germination and alleviates drought stress in lentil crops by regulating osmolytes, hydrolytic enzymes and antioxidant defense system. Plant Physiology and Biochemistry, 119, 250-264.
- Buddenhagen, I.W., & Richards, R.A. (1988). Breeding cool season food legumes for improved performance in stress environments. In: World Crops: Cool season food legumes, pp 81-95 (Ed R.J. Summerfield). Kluwer Academic Publishers
- Challinor, A.J., Ewert, F., Arnold, S., Simelton, E., and Fraser, E. (2009). Crops and climate change: progress, trends, and challenges in simulating impacts and informing adaptation. J. Exp. Bot. 60, 2775–2789. doi: 10.1093/jxb/erp062
- Chen, W., Basandrai, A. K., Basandrai, D., Banniza, S., Bayaa, B., Buchwaldt, L., ... & Taylor, P. W. J. (2009). Diseases and their management. The lentil: Botany, production and uses, 262-281.
- Choudhury, D.R., Tarafdar, S., Das, M., & Kundagrami, S. (2012). Screening lentil (*Lens culinaris* Medik.) germplasms for heat tolerance. Trends in Biosciences, 5(2), 143-146.

- Cokkizgin A, Munqez JY. (2013). Lentil: origin, cultivation techniques, utilization and advances in transformation. *Agricultural Science*. 1(1):55–62.
- Covell, S., Ellis, R.H., Roberts, E.H., & Summerfield, R.J. (1986). The influence of temperature on seed germination rate in grain legumes. *Journal of Experimental Botany*, 37, 705-715.
- Dhuppar, P., Biyan, S., Chintapalli, B., & Rao, S. (2012). Lentil crop production in the context of climate change: an appraisal. *Indian Research Journal of Extension Education*, 2(Special Issue), 33-35.
- Dissanayake, R., Cogan, N.O., Smith, K.F., & Kaur, S. (2021). Application of Genomics to Understand Salt Tolerance in Lentil. *Genes*, 12(3), 332.
- Epstein, E., Bloom, A.J. (2005). *Mineral nutrition of plants: principles and perspectives*. Sinauer, Sunderland
- Erskine, W., & Saxena, M.C. (1990). Problems and prospects of stress resistance breeding in lentil [*Lens culinaris*]. In *International Conference on Breeding for Stress Tolerance in Cool Season Food Legumes, Ravello (Italy), 10-12 Sep 1990*. ICARDA.
- Fageria, N.K., Stone, L.F., dos Santos, A.B. (2012). Breeding for salinity tolerance. In *plant breeding for abiotic stress tolerance* (pp. 103-122). Springer, Berlin, Heidelberg
- FAOSTAT. *Agricultural data on primary crop*; 2013.
- Fikiru, E., Tesfaye, K., Bekele, E. (2007). Genetic diversity and population structure of Ethiopian lentil (*Lens culinaris* Medikus) landraces as revealed by ISSR marker. *African J Biotechnol*. 6(12):1460–1468.
- Fratini, R., Ruiz, M.L., and Pérez De La Vega, M. (2004). Intra-specific and inter-sub-specific crossing in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *Can. J. Plant Sci.* 84, 981–986. doi: 10.4141/P03-201
- Gaur, P.M., Samineni, S., Krishnamurthy, L., Varshney, R.K., Kumar, S., Ghanem, M.E., Beebe, S., Rao, I., Chaturvedi, S.K., Basu, P.S., Nayyar, H., Jayalakshmi, V., Babbar, A., & Varshney, R.K. (2015). High temperature tolerance in grain legumes. *Legume Perspectives*, 7, 23-24.

- Gorim, L.Y., & Vandenberg, A. (2017). Evaluation of wild lentil species as genetic resources to improve drought tolerance in cultivated lentil. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1129.
- Haile, T.A., Weller, J.L., & Bett, K.E. (2021). Genetic basis for lentil adaptation to summer cropping in northern temperate environments. *The Plant Genome*, 14, e20144.
- Hanelt, P., Lens Mill. (2001). In: Hanelt P editor. *Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2:849-852.
- Horie, T., Karahara, I., Katsuhara, M. (2012). Salinity tolerance mechanisms in glycophytes: An overview with the central focus on rice plants. *Rice* 5(1):1-18.
- Hossain, M.S., Alam, M.U., Rahman, A., Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Al Mahmud, J., & Fujita, M. (2017). Use of iso-osmotic solution to understand salt stress responses in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *South African Journal of Botany*, 113, 346-354.
- Idrissi, O., Houasli, C., & Nsarellah, N. (2013). Comparaison de lignées avancées de lentille sous stress hydrique durant la phase de floraison et formation des gousses. *Nat Technol.*, 8, 53-61.
- Idrissi, O., Houasli, C., Udupa, S.M., De Keyser, E., Van Damme, P., & De Riek, J. (2015). Genetic variability for root and shoot traits in a lentil (*Lens culinaris* Medik.) recombinant inbred line population and their association with drought tolerance. *Euphytica*, 204, 693-709.
- Idrissi, O., Udupa, S.M., De Keyser, E., McGee, R.J., Coyne, C.J., Saha, G. C., Muehlbauer, F.J., Van Damme, P., & De Riek, J. (2016). Identification of quantitative trait loci controlling root and shoot traits associated with drought tolerance in a lentil (*Lens culinaris* Medik.) recombinant inbred line population. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1174.
- Jana, S.K. & A.E. Slinkard. (1979). *LENS* 6: 25-27.

- Kahraman, A., Demirel, U., Ozden, M., & Muehlbauer, F.J. (2010). Mapping of QTLs for leaf area and the association with winter hardiness in fall-sown lentil. *African Journal of Biotechnology*, 9(50), 8515-8519.
- Kahraman, A., Kusmenoglu, I., Aydin, N., Aydogan, A., Erskine, W., & Muehlbauer, F. J. (2004). QTL mapping of winter hardiness genes in lentil. *African Journal of Biotechnology*, 9(50), 8515-8519.
- Karadavut, U., Sözen, Ö. (2019). Yerel Mercimek Genotiplerinin Verime Etki Eden Bazı Karakterleri İçin Genotipik ve Çevresel Etkilerin Belirlenmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*. 6(4):870-7.
- Katerji, N., Van Hoorn, J. W., Hamdy, A., & Mastrorilli, M. (2003). Salinity effect on crop development and yield, analysis of salt tolerance according to several classification methods. *Agricultural water management*, 62(1), 37-66.
- Kumar, J., Basu, D.P.S., Srivastava, E., Chaturvedi, S.K., Nadarajan, N., & Kumar, S. (2012). Phenotyping of traits imparting drought tolerance in lentil. *Crop Pasture Sci.*, 63, 547-554.
- Kumar, J., Mir, R.R., Shafi, S., Gupta, D.S., Djalovic, I., Miladinovic, J., Kumar, R., Kumar, S., & Kumar, R. (2022) Genomics associated interventions for heat stress tolerance in cool season adapted grain legumes. *International Journal of Molecular Sciences*, 23, 399.
- Kumar, J., Srivastava, E., Singh, M., Mahto, D., Pratap, A., and Kumar, S. (2014). Lentil. *Alien Gene Transf. Crop Plants* 2, 191–205. doi: 10.1007/978-1-4614-9572-7
- Kumar, J., Srivastava, E., & Singh, M. (2013). Genetics of early growth vigour in lentil (*Lens culinaris* Medik.). *J Genet.*, 92, 323-326.
- Lake, L., and Sadras, V.O. (2019). “Screening lentil varieties for adaptation to waterlogging,” in *Cells to Satellites. Proceedings of the 2019 Agronomy Australia Conference*, ed. J. Pratley (Wagga, NSW).
- Leport, L., Turner, N.C., French, R.J., Tennant, D., Thomson, B.D., & Siddique, K.H.M. (1998). Water relations, gas exchange and growth of cool-season grain legumes in a Mediterranean-type environment. *European Journal of Agronomy*, 9, 295–303.

- Levitt, J. (1980). Responses of plants to environmental stresses. Vol. II. Water, radiation, salt and other stresses. 2nd ed. Academic Press, New York.
- Materne, M., & Siddique, K.H.M. (2009). Agroecology and crop adaptation. The lentil: botany, production and uses'. (Eds W Erskine, FJ Muehlbauer, A Sarker, B Sharma) pp, 47-63.
- Materne, M., and McNeil, D.L. (2007). "Breeding methods and achievements," in Lentil: An Ancient Crop for Modern Times², eds S. S. Yadav, D. McNeil, and P. C. Stevenson (Dordrecht: Springer), 241–254. doi: 10.1007/978-1-4020-6313-8_15
- Materne, M., McNeil, D., Hobson, K., & Ford, R. (2007) Abiotic stresses. In: Yadav SS, McNeil D, Stevenson PC (eds) Lentil: an ancient crop for modern times. Springer, Dordrecht, Rotterdam, The Netherlands, pp 315–329
- Munns, R., James, R.A., Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. J Exp Bot 57(5):1025-1043.
- Nabati, J., Mirmiran, S.M., Nezami, A., Ahmadi-Lahijani, M.J., & Boroumand Rezazadeh, E. (2021). Screening lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes for fall sowing and low temperature tolerance. Archives of Agronomy and Soil Science, 1-15.
- Ogutcen, E., Ramsay, L., Von Wettberg, E.B., & Bett, K.E. (2018). Capturing variation in Lens (Fabaceae): Development and utility of an exome capture array for lentil. Applications in Plant Sciences, 6, e1165. <https://doi.org/10.1002/aps3.1165>
- Oplinger, E.S., Hardman, L.L., Kaminski, A.R., Combs, S.M., & Doll, J.D. (1990). Mungbean. Alternative Field Crops Manual. Univ. Wisconsin, Cooperative Ext. Service, Madison.
- Priya, S., Bansal, R., Kumar, G., Dikshit, H. K., Kumari, J. Pandey, R., Singh, A. K., Tripathi, K., Singh, N., Kumari, N. K. P., Kumar, S., & Kumar, A. (2021). Root trait variation in lentil (*Lens culinaris* Medikus) germplasm under drought stress. Plants, 10, 2410.

- Rahimi, A., Norton, R., McNeil, D., & Hoseini, S.M. (2009). Effects of salinity and temperature on germination, seedling growth and ion relations of two lentil (*Lens culinaris*) cultivars. *Seed Technology*, 76-86.
- Rahman, M.M., & Mallick, R.N. (1988). Factors which limit cool season food legume productivity in Bangladesh. In: *World Crops: Cool season food legumes*, pp 229–234 (Ed R. J. Summerfield). Kluwer Academic Publishers
- Rai, R., & Singh, R.P. (1999). Effect of salt stress on interaction between lentil (*Lens culinaris*) genotypes and *Rhizobium* spp. strains: symbiotic N₂ fixation in normal and sodic soils. *Biology and fertility of soils*, 29(2), 187-195.
- Rawal, V., and Bausal, V. (2019). “Lentil: emergence of large-scale, export oriented production,” in *The Global Economy of Pulses*, eds V. Rawal and D. K. Navarro (Rome: FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations), 71–85.
- Sakata, T., & Higashitani, A. (2008). Male sterility accompanied with abnormal anther development in plants – genes and environmental stresses with special reference to high temperature injury. *Int. J. Plant Dev. Biol.* 2, 42-51.
- Salam, M.A., & Islam, M.T. (1994). Growth, yield and leaf-water attributes of some advanced mutant lentil lines under different moisture regimes. *Lens Newsletter*, 21, 32-35.
- Sandhu, J.S., & Singh, S. (2007). History and origin. In *Lentil* (pp. 1-9). Springer, Dordrecht.
- Sarker, A., Aydogan, A., Chandra, S., Kharrat, M., & Sabaghpour, S. (2009). Genetic enhancement for yield and yield stability. In: *The Lentil: Botany, Production and Uses*, eds W. Erskine, F. J. Muehlbauer, A. Sarker, and B. Sharma (Oxfordshire: CAB International), pp 102–120.
- Sarker, A., Erskine, W., & Singh, M. (2005). Variation in shoot and root characteristics and their association with drought tolerance in lentil landraces. *Genet Resour Crop Evol.*, 52, 89-97.
- Sharma, S.K., Dawson, I.K., Waugh, R. (1995). Relationships among cultivated and wild lentils revealed by RAPD analysis. *Theor Appl Genet.* 91(4):647–654.

- Shrestha, R., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Turner, D.W., & Speijers, J. (2006). A water deficit during pod development in lentils reduces flower and pod numbers but not seed size. *Australian Journal of Agricultural Research*, 57, 427-438
- Sidari, M., Santonoceto, C., Anastasi, U., Preiti, G., & Muscolo, A. (2008). Variations in four genotypes of lentil under NaCl-salinity stress. *American Journal of Agriculture and Biological Science*, 3, 410-416.
- Siddique, K.H.M., & Loss, S.P. (1999). Studies on sowing depth for chickpea (*Cicer arietinum* L.), faba bean (*Vicia faba* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medik) in a Mediterranean-type environment of south-western Australia. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 182(2), 105-112.
- Siddique, K.H.M., Regan, K.L., Tennant, D., & Thomson, B.D. (2001). Water use and water use efficiency of cool season grain legumes in low rainfall Mediterranean-type environments. *Eur J Agron.*, 15, 267-280.
- Silim, S.N., Saxena, M.C., & Erskine, W. (1993). Adaptation of lentil to the Mediterranean environment, I. Factors affecting yield under drought conditions. *Experimental Agriculture*, 29, 9-19.
- Singh, J., Kanaujia, R., Srivastava, A.K., Dixit, G.P., Singh, N.P. (2017). Genetic variability for iron and zinc as well as antinutrients affecting bioavailability in black gram (*Vigna mungo* (L.) Hepper). *J Food Sci Technol.* 54:1035–42. 10.1007/s13197-017-2548-1
- Singh, D., Singh, C.K., Kumari, S., Tomar, R.S.S., Karwa, S., Singh, R., ...Pal, M. (2017). Discerning morpho-anatomical, physiological and molecular multiformity in cultivated and wild genotypes of lentil with reconciliation to salinity stress. *Plos One*, 12(5), e0177465.
- Singh, D., Singh, C.K., Tomar, R.S.S., Chaturvedi, A.K., Shah, D., Kumar, A., & Pal, M. (2016) Exploring genetic diversity for heat tolerance among lentil (*Lens culinaris* Medik.) genotypes of variant habitats by simple sequence repeat markers. *Plant Breeding*, 135, 215-223.
- Singh, D., Singh, C.K., Tomar, R.S.S., Sharma, S., Karwa, S., Pal, M., ... & Sharma, P. C. (2020). Genetics and molecular mapping for salinity stress tolerance at

- seedling stage in lentil (*Lens culinaris* Medik). *Crop Science*, 60(3), 1254-1266.
- Sita, K., Sehgal, A., Bhandari, K., Kumar, J., Kumar, S., Singh, S., Siddique, K. H. M., & Nayyar, H. (2018). Impact of heat stress during seed filling on seed quality and seed yield in lentil (*Lens culinaris* Medikus) genotypes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(13), 5134-5141.
- Smýkal, P., Coyne, C.J., Ambrose, M.J., Maxted, N., Schaefer, H., Blair, M. W., ... & Varshney, R.K. (2015). Legume crops phylogeny and genetic diversity for science and breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(1-3), 43-104.
- Sozen, O., Karadavut, U. (2017). Determination of direct and indirect relations between some yield characters of red lentil cultivars. *Pakistan Journal of Botany*. 49: 2339-46
- Sozen, O. (2021). Kırşehir İlinden Toplanan Yerel Mercimek Populasyonlarının Biyoçeşitliliğinin Ortaya Konulması. 7. Uluslararası Mühendislik Mimarlık Ve Tasarım Kongresi. 751-758. E-ISBN: 978-625-7367-12-7
- Turan, M.A., Turkmen, N., Taban, N. (2007). Effect of NaCl on stomatal resistance and proline, chlorophyll, Na, Cl, and K concentration of lentil plants. *J. Agron.* 6, 378–381.
- Van Hoorn, J.W., Katerji, N., Hamdy, A., & Mastroilli, M. (2001). Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. *Agricultural water management*, 51(2), 87-98.
- Wong, M.M.L., Gujaria-Verma, N., Ramsay, L., Yuan, H.Y., Caron, C., Diapari, M., Vandenberg, A., Bett, K.E. (2015). Classification and characterization of species within the genus *lens* using genotyping-by-sequencing (GBS). *PLoS ONE*10, e0122025
- Wu, W., & Cheng, S. (2014). Root genetic research, an opportunity and challenge to rice improvement. *Field Crops Research*, 165, 111-124.

BÖLÜM 9

BAKLA (*Vicia faba* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Arş. Gör. Ecem KARA¹

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BAKTEMUR²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü. ecemkara33@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0118-2673

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü. gbaktemur@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0362-5108

GİRİŞ

Bakla, tohumlarının yüksek protein, karbonhidrat ve mineral madde içeriklerinden dolayı insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Alan ve Geren, 2006; Karadavut ve Sözen, 2013). Kuru baklanın tanesinde yaklaşık olarak %20-36, yeşil baklada ise %5-7 oranında bitkisel protein bulunmaktadır (Vural ve ark, 2000; Sözen ve Karadavut, 2016). Ayrıca A, B1, B2, C gibi vitaminlerce de zengin olduğu bilinmektedir (Akçin,1988; Koç, 2016).

Tanesinin kimyasal bileşimi (K, Ca, Mg, Fe ve Zn gibi mineral maddeler (Lizarazo ve ark, 2015), polifenoller (Turco ve ark, 2016), karotenoidler (Neme ve ark, 2015) ve karbonhidratlar (Landry ve ark, 2016)) ile miktarları çeşitlere, çevresel faktörlere ve kültürel işlemlere göre değişiklik göstermektedir (Mona ve ark., 2011; Cazzato ve ark, 2012; Witten ve ark., 2015; Zulkadir ve ark., 2022). Ülkemizde taze bakla, taze iç bakla, taze bakla konservesi ve kuru bakla şeklinde tüketimin yanı sıra kuru tane olarak değerlendirilerek gıda sanayi ve konserve sanayinde de kullanılmaktadır (Alan ve Geren, 2006; Pekşen ve ark., 2006). Ayrıca bakla, hayvan yemi ve yeşil gübre olarak da değerlendirilmektedir. Bakla, yetiştiricilik masrafları en az olan kültür bitkileri arasında yer almaktadır (Yarşi ve Zulkadir, 2020).

Tüm baklagillerde olduğu gibi bakla, ekim nöbetinde iyi bir ön bitkidir (Ceyhan, 2007). İlkbaharda erken ürün verdiği için ekim nöbetinde avantaj sağlamaktadır. Azot fiksasyonu yüksek olan baklanın yeşil gübre olarak toprak verimliliğinin artırılmasında büyük önemi vardır (Özdemir, 2002). Baklagil köklerinde yaşayan *Rhizobium*

leguminosarum bakterileri, havada serbest halde bulunan ve diğer bitkiler tarafından doğrudan kullanılmayan azotu toprağa bağlamaktadırlar. Bu sayede toprakların azot içeriği arttırılır ve hem kendi ihtiyacı olan azotu karşılar hem de toprakların azot oranı yükseltmiş olur (Koç, 2016). Ayrıca baklagil yem bitkileri toprakta bol miktarda kök artığı bırakarak toprakların organik madde yönünden zenginleşmesini de sağlamaktadır. Hayvan gübresi ve mineral gübrelerin uygulandığı üretim sistemlerinin toprağa kazandırdığı mikrobiyal ve azot oranlarındaki artış, yeşil gübre uygulanmasına dayalı gerçekleştirilen üretim sistemleri ile kazandırılardan çok daha düşüktür (Chirinda ve ark, 2008; Başdemir ve ark, 2020).

Bunun yanında ılıman iklim bitkisi olan bakla, börülce, fasulye ve bezelyeye nazaran soğuklara daha dayanıklıdır (Vural ve ark., 2000).

Bilimsel sınıflandırma:

Alem: Plantae

Sınıf: Magnoliopsida

Takım: Fabales

Familiya: *Fabaceae*

Cins: *Vicia*

Tür: *V. faba*

Bakla (*Vicia faba* L.), Fabales takımının Fabaceae (kelebek çiçekliler) familyasının *Vicia* cinsine ait, diploid yapıda ($2n=12$), ekonomik değeri yüksek bir baklagil bitkisidir (Karaköy ve ark., 2015; Köse ve Kardeş, 2021).

Vicia faba L. türünün *Vicia faba* L. ssp. paucijuge (Alef) ve *Vicia faba* L. ssp. eu-faba olarak bilinen 2 alt türü bulunmaktadır (Özdemir, 2002).

Baklada 3 botanik grup bulunmaktadır. Bunlar;

- Grex-Minör Beck (küçük taneli çeşit grubu)
- Grex Equine Pers (iri taneli çeşit grubu)
- Grex Majör Harz (çok iri taneli çeşit grubu)'dır (Karaköy ve ark., 2017).

Bu gruplar arasında morfolojik ve tohum özellikleri bakımından büyük farklılıklar bulunmakta olup bitki boyları 40-200 cm, yaprak sayıları 20-70 adet/bitki, kuru ot verimi 200-480 kg/da arasında değişmektedir. Ham protein oranları da %25'e kadar artabilmektedir (Koç, 2016).

Baklagiller (*Leguminosae*) dünyanın en geniş üç familyası arasında yer almaktadır. Familya, yaklaşık 700 cins ve 18.000-20.000 arasında türe sahiptir. Genellikle tek veya çok yıllık ot, çalı ve ağaç formunda bitkileri bulunmaktadır. Geniş bir alana yayılım göstermiş, kutuplar hariç dünyanın hemen her tarafında yetişen, soğuğa dayanıklı bir bitki formudur (Ceyhan, 2007). Baklanın gen merkezleri; Orta Asya, Akdeniz ve Etiyopya olarak sıralanabilir. Doğu bölgesi ve özellikle Afganistan ile Doğu Akdeniz arasının *Vicia faba* L. türünün ilk köken aldığı yer olduğu ifade edilmiştir (Vavilov, 1926; Karaköy ve ark., 2017). Tane iriliğine göre baklanın, iri ve küçük olmak üzere iki formu bulunmaktadır. İri taneli baklalar Cezayir, Fas, Filistin, Suriye, Tunus, Türkiye'nin güney kısmında ve Yunanistan'da yetiştirilmektedir.

Küçük taneli bakla formları ise Afganistan, İran, Kuzey Hindistan ve Türkmenistan’da bulunmaktadır (Tarım Teknolojileri, 2013).

Ekonomik önemi

Bakla ekim alanı ve üretim yönünden dünyada üçüncü önemli baklagil bitkisidir. Nohut ve bezelyeden sonra ilk kültüre alınan baklagil, bakladır (*Vicia faba* L.) (Karaköy ve ark., 2017). Dünya bakla ekim alanı ve üretim miktarları incelendiğinde toplam 2.671.497 hektarlık alanda 5.669.185 ton üretimi yapılmaktadır. Bakla üretiminde söz sahibi olan ülkeler Çizelge 1’de verilmiştir. Buna göre en fazla üretim yapan ülkeler sırasıyla Çin (1.723.598 ton), Etiyopya (1.070.637 ton), Avustralya (313.000 ton), Almanya (235.800 ton) ve Litvanya (218.850 ton) gelmektedir (FAO, 2020).

Bakla, Türkiye’de yemeklik tane baklagiller içinde mercimek, nohut ve kuru fasulyeden sonra 4. sırada bulunmaktadır (Pekşen ve ark., 2006). Bölgelere göre Türkiye bakla üretimi Çizelge 2’de belirtilmiştir. Çizelgeye göre en fazla bakla üretimi Batı Marmara da (4.200 ton) yapılmaktadır. Bu bölgeyi Ege (1.622 ton), Doğu Marmara (648 ton) ve Batı Karadeniz (422 ton) bölgeleri izlemektedir (TÜİK, 2021).

Çizelge 1. Dünya Bakla Ekili Alan ve Üretim Miktarları

Ülkeler	Ekili alan (ha)	Üretim (ton)
Çin	826.597	1.723.598
Etiyopya	504.570	1.070.637
Avustralya	214.892	313.000
Almanya	58.700	235.800
Litvanya	58.410	218.850

Çizelge 2. Bölgelere Göre Türkiye Bakla Üretimi

Bölgeler	Üretim (ton)
Batı Marmara	4.200
Ege	1.622
Doğu Marmara	648
Batı Karadeniz	422
Akdeniz	171
Batı Anadolu	114

Ülkemizde en fazla bakla üreten iller Çizelge 3’te verilmiştir. Buna göre ilk sırada Çanakkale (2.758 ton) yer alırken ardından bu ili Balıkesir (1.357 ton) izlemektedir. Bu illeri ise sırasıyla Muğla (699 ton), Bursa (648 ton) ve Kütahya (464 ton) illeri takip etmektedir (TÜİK, 2021).

Çizelge 3. İllere Göre Türkiye Bakla Üretimi

İl	Üretim (ton)
Çanakkale	2.758
Balıkesir	1.357
Muğla	699
Bursa	648
Kütahya	464

BESİN DEĞERİ

Bakla, tahıl ağırlıklı gıdaları tamamlayıp zenginleştirmesi, yiyeceklere çeşitlilik ve lezzet getirmesi amacıyla tüketilen insan beslenmesinde ucuz ve kaliteli bir protein kaynağıdır (Saxena, 1991, Başdemir ve ark., 2020). Bakla et tüketiminin yetersiz düzeyde olduğu gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde ve vejetaryen olan kişilerdeki protein eksikliğini kapatmaktadır (Başdemir ve ark., 2020). Ayrıca karma hayvan

yeminde, bakla tane ve sapları enerji değeri yüksek bir besin kaynağı olarak kullanılmaktadır.

Çizelge 4. 100 gr. Baklanın İçerdiği Besin Değerleri (MEGEP, 2009)

Enerji	45 kalori
Protein	5 g
Karbonhidrat	6 g
Kolesterol	0
Yağ	3 g
Lif	1.5 g
Fosfor	22 mg
Kalsiyum	20 mg
Demir	0.4 mg
Sodyum	85 mg
Potasyum	110 mg
A vitamini	150 IU
B1 vitamini	0.04 mg
B2 vitamini	0.03 mg
C vitamini	4 mg

BAKLANIN MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Kök

Bakla 100-170 cm derine inebilen kazık kök yapısına sahiptir. Oldukça iyi gelişmiş yan kökler üzerinde fazla sayıda saçak kök de bulunmaktadır. Yan kökler toprak içerisinde 80-100 cm kadar derinlere yayılabilir. Bakla kökleri belirli bir büyüklüğe ulaştığında, *Rhizobium leguminosarum* bakterisinin etkisiyle kökler üzerinde iyi gelişmiş ve elipsoidik şekilli nodül meydana gelir. Bu nodüller çiçeklenme dönemine kadar büyüyerek, maksimum azot fiksasyonu değerine ulaşırlar. Bakla doldurma dönemine gelindiğinde ise nodüller etkinliklerini kaybetmeye başlarlar (Özdemir, 2002). Bir dekar alanda

baklagil bitkisi toprağa yaklaşık 19–20 kg saf azot kazandırmaktadır (Tarım Teknolojileri, 2013).

Gövde

Boğum ve boğum aralarından oluşan bakla gövdesi, otsu bir yapıya sahiptir. Gövde 1-2 cm kalınlığında, dört köşeli, içi boş ve yatmaya dayanıklıdır. Bitki boyu, yetiştirme şartları ve çeşitlere bağlı olarak değişmekle birlikte 60-80 cm'den başlayıp 1-2 m'ye kadar ulaşabilir. Bazı çeşitlerin gövdesinde hafif tüylülük bulunmaktadır. Bitkide dal sayısı 1-6 cm arasındadır (Özdemir, 2002). Gövdenin alt yapraklarının koltuklarında, düşük sıcaklık şartlarında yan dallar oluşmaktadır. Bu olay kardeşlenme olarak adlandırılır. Çiçek oluşumunu artırır ve buna bağlı olarak da meyve miktarı artar. Kardeşlenme olayı verim üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu için istenen bir durumdur (Tarım Teknolojileri, 2013).

Yaprak

Bakla tohumları, hipogeal çimlenme gösterdiği için kotiledonlar toprak altında kalmaktadır. Bu nedenle kotiledon yaprakları bulunmamaktadır (Özdemir, 2002). Bakla boğumlarından çıkan yapraklar, bileşiktir ve yaprak sapının her iki tarafında eşit sayıda bulunmaktadır. Her boğumda bir tane bileşik yaprak bulunmaktadır (Tarım Teknolojileri, 2013). Yaprak sapı üzerinde karşılıklı dizilen yapraklar iri, mavi-yeşil renkte olup, tüysüz yapıda ve hafif eliptik - oval şekilde olurlar. Bileşik yaprakta yaprak sayısı, bitkinin alt kısmından itibaren 1/3 lük bölümünde bir çift, ikinci 1/3 lük kısmında iki çift ve son kısmında 3-4

çift yaprakçık olacak şekildedir (Özdemir, 2002). Yaprakların büyüklüğü ortalama uzunluk olarak 5-9 cm, genişlik olarak 2-2,5 cm'dir (Tarım Teknolojileri, 2013).

Çiçek

Çiçekler, yaprak koltuklarında oluşur ve salkım şeklindedir. Çiçek sapı oldukça kısadır. Bir saptaki çiçek sayısı genelde 2-12 adet, çoğunlukla 4-6 adettir (Özdemir, 2002). Bakla bitkisi fazla sayıda çiçek oluşturabilme özelliğine sahiptir. Fakat döllenme sırasında problemler ve olumsuz çevre şartları nedeniyle oluşan çiçek sayısının sadece %12-23 kadarı meyve oluşturmaktadır. Genç baklaların da %40-50 kadarı dökülmektedir (Şehirali, 1988; Bozoğlu, 2005).

Çanak yapraklar 5'li açık yeşil renkte ve alttan birleşmiş tüp şeklinde olup, taç yaprakları dışarıdan saran bir yapıdadır. Çanak yapraklar, taç yapraklardan daha iridir (Özdemir, 2002). Çanak yaprakların oluşturduğu tüp içerisindeki taç yapraklar da beş parçadan oluşmaktadır. Kapalı çan şeklinde çiçekler oluşmaktadır. Çiçeğin üst kısmında ise yapraklar birbirinden ayrılarak kendini belli etmektedir (Tarım Teknolojileri, 2013).

Taç yaprakların en dışta yer alan yaprağına bayrak denilmektedir. Bayrak yaprağın rengi donuk beyaz olup üzerinde mor çizgiler bulunmaktadır. Kanatçıklar beyaz çizgilidir. İki adet taç yaprak, bayrakçıktan daha kısa boyutlu olarak çiçeğin orta kısmında yer almaktadır. Bu yapraklara kanatçık denilmektedir. Bu yaprakların en içinde ise 2 adet taç yaprağın birleşmesiyle oluşan kayıkçık olarak

adlandırılan yaprak bulunmaktadır. Taç yaprak beyaz, açık kırmızı ve pembe leylak renklerinde olabilirken, çanak yapraklar yer yer renk maddesi içerse de genellikle yeşil renklidir. Kayıkçık içinde yer alan erkek organların sayısı 10 adettir. Erkek organların 9'u birleşik, bir tanesi serbest yapıdadır. Dişi organ, erkek organlardan oluşan boru şeklinin içinden çıkmaktadır. Uç kısmı fırça gibi tüylü olan yumurtalığın ucu sağa doğru eğri olup, tüylü bir yapısı vardır. Bakla çiçekleri biyolojik olarak hermafrodittir. Çiçek yapısı gereği klaystogami görülmektedir. Yani tozlanma ve dölleme olayı çiçekler henüz açılmadan meydana gelerek kendine dölleme gerçekleşmektedir. Baklalarda çiçeğin açılma aşamasından önce dişi ve erkek organlar döllemeyi sağlayabilecek olgunluktadır. Bu nedenle dölleme olayı, çiçek açılmadan önce dölleme olmaktadır. Bu nedenle baklalarda kendine dölleme olayı yaygındır (Tarım Teknolojileri, 2013). Ayrıca kendine dölleme yanında yabancı dölleme de görülmektedir. Baklaçiçeklerinde, filamentlerin kısa olmasından dolayı anterler dişicik tepesinin altında kalabilmektedir. Bu nedenle çiçek tozları dişicik tepesine ulaşamaz ve dölleme sağlanmaz. Böyle çiçeklerde yabancı tozlanma olayı artmaktadır (Bozoğlu, 2005). Yabancı dölleme arılar ve bunların taşıdığı tozlarla olmaktadır. Baklada çiçek açımın zamanı genel olarak öğleden sonradır. Çiçekler kapalıyken eğer dölleme olmamışsa, açıldıktan sonra böcek aktivitesiyle tozlanma sağlanır (Tarım Teknolojileri, 2013). Yabancı tozlanan çeşitlerde böcek aktivitesi az olduğunda tohum verimi önemli ölçüde düşmektedir.

Meyve

Bitki üzerindeki çiçeklerin döllenmesi gerçekleştiikten sonra meyveler bakla şeklinde olgunlaşmaya başlar. Baklalar 4–35 cm uzunluğunda (ortalama 6-12 cm) ve 1-2 cm genişliğindedir. Gövde üzerindeki yaprak koltuklarında asılı olarak bulunan bakla meyvelerinin şekilleri yuvarlak veya yassıdır. Yaprak koltuklarında oluşan çiçek sayısı 2-12 arasında olsa da bakla sayısı 2-5 arasında değişmektedir. Bir bakladaki tohum sayısı çeşit özelliği ve ekolojik koşullara bağlı olarak 2–8 arasında değişmektedir (Özdemir, 2022).

Tohumlar olgunlaşıp şekil alana kadar bakla meyvelerinin yüzeyi düzdür. Olgunlaşan tohumlarla birlikte kabuk, tohumların şekil ve iriliğine göre girintili çıkıntılı bir görünüm kazanır. Baklanın yüzeyi hafif tüylü veya pürüzsüz olabilir. Başlangıçta bakla rengi yeşil olsa da zamanla sararır ve tam olgunluk döneminde koyu kahverengi veya siyah renge dönüşür (Tarım Teknolojileri, 2013).

Tohum

Bakla tohumlarının şekil, renk ve büyüklüğü çeşit, tür ve bitkinin yetiştiği ekolojik koşullara göre farklılık göstermektedir. Bakla tohumlarının rengi açık krem, kahverengi, mor tonları, siyah ve gri-yeşil, şekli ise düzgün olmayan yuvarlağa yakın veya elipstir. Tohumların etrafı funikulus kalıntısı bir kabukla çevrilidir. Bakla tohumları çimlenme özelliğini normal koşullarda 4-5 yıl boyunca koruyabilir (Tarım Teknolojileri, 2013).

ADAPTASYONU

İklim istekleri

Serin ve ılıman iklim bitkisi olan bakla, uygun koşullar sağlanırsa serin mevsimde de yetiştirilebilir. Bakla, hava sıcaklıklarına toleranslı oldu gibi, soğuklara da belirli bir toleransı vardır. Bakla tohumları, ilk çimlendiği dönemde -4 ve -6 °C sıcaklıklara toleransı yüksektir. Bu ilk aşamadaki bitkiler, -10 °C sıcaklığa maruz kalırsa bitkilerde ölüm gerçekleşir. Tohum çimlenmesi için, hava sıcaklığının $10-14$ °C ve toprak sıcaklığının 9 °C olması gerekmektedir. Normal bir bitkinin gelişmesi için sıcaklığın $10-20$ °C civarı olması gerekmektedir. Çimlenme dönemi boyunca yağış miktarının artması ve kuraklık bakla verimin büyük ölçüde azaltıcı etkiye sahiptir. Çimlenme zamanındaki ılık hava ise bakla verimini arttırıcı etkide bulunur (Tarım Teknolojileri, 2013). Ülkemizde üretimi yapılan baklaların yetiştirme devresindeki ortalama sıcaklık istekleri $18-27$ °C civarındadır (Ceyhan, 2007). Bakla bitkisinin toplam vejetasyon süresi ortalama $130-180$ gün arasında olup $60-90$ gün içinde çiçeklenmektedir (Firschbeck ve ark., 1975, Alan ve Geren, 2006).

Bakla, soğuk bölgelerde ilkbaharda tohum ekimi yapılarak, yaz aylarında üretim sağlanacak ise kurak geçen dönemde düzenli bir sulama periyodu uygulanmalıdır. Kuraklıklara karşı oldukça hassastır. Baklanın en iyi uyum sağlayabildiği iklim, deniz olan bölgelerdeki hâkim iklim koşullarıdır. Tropik iklimde ise kışın serin zamanlarda gelişimi iyidir (Tarım Teknolojileri, 2013).

Toprak istekleri

Bakla, hemen her toprak tipinde yetişebilse de hafif topraklar ve çok ağır topraklar yetiştiricilik için uygun değildir. Bakla yetiştiriciliği için uygun topraklar; derin, geçirgen, organik maddece zengin, killi-kumlu, killi-tınlı topraklardır. Erkencilik isteniyorsa toprak hafif kumlu, verim artışı istenen durumlarda ise killi-kumlu ve alüvyal topraklar ile karıştırılmış turbiyer topraklar kullanılmalıdır. Toprağın yüksek asit içeriğine karşı oldukça hassastır. Böyle topraklarda baklanın büyümesi yavaşlayarak verimi oldukça düşük olur. Toprağın pH'sı 6,7-7,7 arası bakla için idealdir (MEGEP, 2009).

ÖNEMLİ ÇEŞİTLERİ

Ülkemizde iki çeşit bakla üretimi yapılmaktadır. Bunlar kullanım amacına göre sofralık ve hayvan yemi olarak sınıflandırılmaktadır. Sakız, Arşın, Bayrampaşa ve Seville baklası ülkemizde sofralık olarak yetiştirilen bakla çeşitleridir. Bu çeşitler içerisinde Seville baklası, kalite bakımından diğer çeşitlerden daha üstün olduğu için ülkemizde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Seville baklasının boyu ortalama 0,90-1,20 cm civarı, bakla uzunluğu 16-20 cm, genişliği 2-3 cm ve rengi orta-koyu yeşildir. Her bir baklanın içindeki tohum sayısı 4-6 arasında değişmektedir. Ilıman iklim bitkisidir. Yaklaşık - 10 °C hava sıcaklığına toleransı yüksektir. Yaygın olarak yetiştiği toprak yapısı; organik maddece zengin, geçirgen, derin, ve tınlı topraklardır. Erkencilik istendiğinde hafif kumlu topraklar tercih edilirken, yüksek verim hedeflendiğinde alüvyonlu ve killi-kumlu topraklar tercih edilmektedir. Uygun hava koşullarında, tohum ekimi serpme veya sıra usulü yapılır.

Sıra arası mesafe 40-70 civarı, sıra üzeri ise 15-20 cm olmalıdır. Yüksek lezzetiyle bilinen bu bakla çeşidinin, tazesini yemeklik ve konservelik olarak kullanılmakta, kurusu da sevilerek tüketilmektedir (MEGEP, 2009).

ÜRETİM

Bakla, ülkemizde geleneksel yöntemlerle yetiştirilmekte ve taze sebze olarak tüketilmektedir. Artan miktar kuru tane olarak değerlendirilmektedir. Bakla üretimi ülkemizde genel olarak küçük aile işletmeciliği şeklinde yapılmaktadır (Pekşen ve ark., 2006).

Baklagil yem bitkileri iki yolla üretilebilir. Bunlar bitkiden elde edilen tohumun kullanılması şeklinde olan generatif üretim ve bitkinin gövde sap ve köksap parçacıkları ile yapılan vejetatif üretimdir. Vejetatif üretim yöntemi, bitki islahının belirli devrelerinde kullanılan bir yöntemdir (Anonim, 2022).

Bakla bitkisinin ticari üretimi doğrudan tohum ekimi ile yapılmaktadır. Bakla tohumları kışları ılık geçen bölgelerde sonbaharda ekilir. Kışları soğuk geçen bölgelerde ise ilkbaharda ekilir. Tohum ekiminden önce toprak yetiştiriciliğe hazır hale getirilmelidir (MEGEP, 2009).

Bakla, toprak kökenli hastalıklar nedeniyle aynı tarlada üst üste yetiştirilmemelidir. Eğer hastalıklar fazla ise aynı tarlaya 5-7 yılda bir ekim yapılmalıdır. Böyle durumlarla karşılaşıldığında, bezelye ile ekim nöbeti yapılmalıdır (Özdemir, 2002).

Sertifikalı tohumluk kullanımı bakla yetiştiriciliğinde yok denilecek kadar az olması üretimi de azaltmaktadır. Çevre koşullarına uygun çeşitlerin kullanılması ve kültürel uygulamaların düzenli olarak yapılması birim alandan alınan verimi artırmada son derece önemlidir (Pekşen ve ark., 2006).

Toprak hazırlığı

Ön bitkinin durumu, toprak yapısı ve kışlık veya yazlık ekim şekline göre en uygun bir şekilde toprak hazırlığı yapılmalıdır. Toprağın temiz yumuşak ve iyice havalandırılmış bir hale getirilmesi tohum ekimi için oldukça önemlidir (Özdemir, 2002).

Hem kışlık hem de yazlık üretilecek baklada toprak hazırlığı, ilk sürümün yapılmasıyla başlamaktadır. Toprak, hububat hasadını takiben sonbaharda pullukla 15-20 cm derinliğinde sürülmektedir. Bakla tohumları derine ekilmektedir. Bu nedenle toprak derin işlenerek yabancı otlardan temizlenmiş olmalıdır. Kışlık ekimde tohum yatağı, sonbahar ekiminden önce kazayağı tırmık takımı ile ikinci sürüm yapılarak hazırlanmaktadır. Özellikle kışlık ekimlerde hububat sapları ekim sırasında sorun oluşturduğu için, hububat hasadı sırasında anız yüksekliğinin fazla bırakılmaması oldukça önemlidir. Yazlık ekimlerde ise sonbahar sürümü itibariyle ilkbahara kadar tarlaya hiçbir işlem yapılmamaktadır. Tohum ekiminden önce kazayağı tırmık takımı ile ikinci sürüm yapılır ve toprak ekime hazır hale getirilir (Anonim, 2022).

Gübreleme

Gübreler, tarla hazırlığı yapılırken ekimden önce tohum yatağının altına gelecek şekilde verilmelidir. Bakla, bitki gelişme dönemindeki azot gereksiniminin büyük bir kısmını (%80) havanın serbet azotundan karşılamaktadır. Köklerinde bulunan Rhizobium bakterileri havanın serbest azotunu toprağa bağlayarak bitkinin kullanabileceği forma dönüştürmektedir (Zulkadir, 2020). Bu bakteriler daha önce bakla tarımı yapılmış olan topraklarda bulunduğu için, bakteri ile aşılama yapılmamalıdır. Bakla yetiştiriciliğinde bu nedenle azot gübrelemesine ihtiyaç olmasa da özellikle zayıf topraklarda bakteri faaliyeti başlayıncaya kadar geçen dönemde oldukça önemlidir. Bu dönemde, bitkinin azot ihtiyacını karşılamak üzere dekara 3 kg saf azot olacak şekilde gübrenin ekiminden önce toprağa verilmesi gerekmektedir. Azotlu gübre olarak, amonyum sülfat tercih edilmelidir (Ceyhan, 2007).

Bitki köklerinin gelişimi, tane verimi, köklerdeki nodül sayısını ve ağırlığını arttırmak için fosfor uygulaması büyük önem taşımaktadır. Aynı zamanda fosforun toprakta yeterli miktarda bulunması durumunda, bakteriyel flora faaliyetleri artar. Topraktaki bakteriler bakla köklerine geçerek bitkinin gelişimini hızlandırır. Fosfor noksanlığında ise bakladaki protein sentezi yavaşlar. Kurak ve yarı-kurak bölgelerde yapılan yetiştiriciliklerde fosfor gübrelemesi önemlidir. Dekara saf madde üzerinden 6 kg P₂O₅ olacak şekilde fosforlu gübre uygulanmalıdır. Tohum ekimiyle birlikte, fosforlu ve potasyumlu gübreler uygulanmalıdır. Fosforlu gübre toprağa 7,5-10 cm

derine gelecek şekilde uygulanmalıdır. Baklada nodül oluşması ve azot tespiti için potasyumlu gübreler önem arz etmektedir. Yüksek konsantrasyonlarda uygulanan potasyum, verimi ve kaliteyi düşürmektedir. Dekara 10-20 kg potasyum uygulanmalıdır. Bakla yetiştiriciliğinde toprak pH'sı 6,5-7 arası idealdir (Tarım Teknolojileri, 2013).

Tohum ekimi

Bakla ülkemiz şartlarında kışlık olarak üretilmektedir. İlk turfanda sebze olarak hasat edilmesi için, Akdeniz ve Güney Ege kıyı şeridinde Eylül sonu Ekim ayı içinde ekilmektedir. Kuzey Ege ve Güney Marmara'da ise kuru tanesi için yetiştirilir ve Ekim sonu Kasım ayı içinde ekimi gerçekleştirilir (Ceyhan, 2007).

Tohum ekimi tohum yatağı hazırlandıktan sonra serpme, ocakvari, sıravari ve makine ile gerçekleştirilmektedir. Tohum üretimi için en uygun ekim şekli sıraya ekim olsa da, ülkemizde genellikle serpme ekim yaygındır. Birim alana atılan tohum sayısının fazlalığı, düzensiz çimlenme ve bakım işlerinin zor olması gibi durumlardan dolayı serpme ekim tercih edilmemelidir. Sıraya ekimin avantajları; bitkinin bakım işleri daha kolay yapılır, tip dışı bitkilerin seçimi daha kolaydır ve tohum kaybı daha azdır. Birim alana ekilecek tohum miktarı tohum boyutuna, sıra arası ve üzeri mesafeye, ekim şekline ve atılacak tohum sayısına göre değişmektedir (Tarım Teknolojileri, 2013). Bu durumda serpme şeklinde yapılacak ekimde, bir dekara ekilecek tohum miktarı büyük taneli tohumlar için 28-38 kg, orta taneliler için 20-32 kg, küçük taneliler için 18-25 kg olarak belirlenir. Sıraya ekimde ise büyük taneli

tohumlar için 22-30 kg, orta taneli tohumlar için 18-25 kg küçük taneli tohumlar için 14-20 kg'dır. Sık ekimde bitkiler hızlı geliştiği için, yabancı otların gelişmesi engellenmiş olur. Derin ekilen tohum, bakla embriyosu güçlü olduğu için, tohumun çimlenerek toprak yüzeyine çıkışını engellemez. Toprak nemine ve tohumun iriliğine göre ekim derinliği ayarlanmalıdır. Ekim derinliği, iri tohumlu baklalarda 7-8 cm iken küçük tohumlularda 5-6 cm olarak belirlenmelidir. Sıralar arası ve üzeri mesafeler, kullanılan çeşidin gelişme ve dal oluşturma gücüne, sulama şekline ve çapa işlerinin elle veya makineli olarak yapılma durumuna göre belirlenmektedir. Baklagil yem bitkisinde ortalama sıralar arası 40-70 cm olacak şekilde ayarlanır. Bakla yetiştiriciliğinde çeşidin gelişme kuvvetine göre sıra üzeri mesafe belirlenmektedir. Bazı çeşitler daha az kardeşlenme yaparak, yukarı doğru büyüme eğilimindedir. Bazı çeşitler ise bu durumun tam tersi büyüme gösterir. Sıra üzeri mesafe kardeşlenmenin çok olduğu çeşitlerde geniş tutulur. Çimlenme, tohum ekiminden yaklaşık 15-20 gün sonra başlamaktadır. İlk çapa, bitkiler 6 cm boylandıktan sonra, bitkilerin boğazı doldurulacak şekilde yapılır. İkinci çapanın amacı; yabancı otların temizlenmesi, toprağın kabartılması ve kaymak tabakasının kırılmasıdır. Çiçeklenme döneminden önce yapılır. Çiçeklenme döneminde çapa yapılırsa çiçeklerin dökümüne sebep olur ve verim düşer. Bu nedenle çiçeklenme dönemi çapa yapmaktan kaçınılmalıdır (Tarım Teknolojileri, 2013).

Tohum verimini etkileyen bir faktörlerden biri, birim alandaki bitki sayısıdır. Yıllara ve çeşide bağlı olarak değişmekle birlikte, ortalama 200-400 kg/da tohum verimi alınmaktadır. En yüksek tohum verimi ise 600 kg/da olarak belirtilmiştir (Matthews ve Marcellos, 2003; Alan ve Geren, 2006).

HASAT VE HARMAN

Zamanında ve doğru bir şekilde yapılan hasat, harman ve depolama işlemleri, kaliteli ve yüksek verim için önemlidir. Ekim zamanı ve çeşitlere bağlı olarak baklada olgunlaşma süresi 180-200 gün arasında değişmektedir. Baklanın taze bakla, taze iç bakla ve kuru dane olarak değerlendirilme şekline göre hasat zamanı değişmektedir. Meyve uzunluğu normal iriliğinin 1/3 veya en fazla yarısını aldıklarında taze bakla kademeli olarak elle hasat edilir. İlk olarak hasat edilen ve turfanda olarak değerlendirilen baklaların boyutu oldukça küçüktür. 5-7 cm boylarında olan baklalar hasat edilirler. Bu dönemde hasat edilen baklaların fiyatı oldukça yüksek olsa da ağırlıkları düşüktür. Baklanın hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak da fiyatlarda düşüşler görülür. Bakla içindeki taneler zaman ilerledikçe sertleşir ve bakla kabukları da sertleştiği için taze olarak değerlendirilme özelliğini kaybetmektedir. Hasat, tohumların sertleşmeden yapılmalıdır (Tarım Teknolojileri, 2013).

KAYNAKÇA

- Anonim, (2022). [https://www.bingol.edu.tr/documents/ BAKLAG%C4%B0L%20YEMB%C4%B0TK%C4%B0LER%C4%B0.pdf](https://www.bingol.edu.tr/documents/BAKLAG%C4%B0L%20YEMB%C4%B0TK%C4%B0LER%C4%B0.pdf). Erişim tarihi: 17.08.2022
- Akçin, A. (1988). Yemeklik Tane Baklagiller. S.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 8, 377, Konya.
- Alan, Ö., Geren, H. (2006). Ödemiş-İzmir Koşullarında Yetiştirilen Bazı Bakla (*Vicia faba* var. major) Çeşitlerinin Tohum Verimi ve Diğer Bazı Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43 (1), 13-20.
- Başdemir, F., Türk, Z., İpekeşen, S., Tunç, M., Eliş, S. & Bicer, B. (2020). Bazı Bakla (*Vicia faba* L.) Çeşitlerinde Gübre Uygulamalarının Verim ve Verim UNSURLARINA ETKİSİ . Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 7(3), 749-756. DOI: 10.30910/turkjans.660006
- Cazzato, E., Tufarelli, V., Ceci, E., Stellacci, A. M., Laudadio, V. (2012). Quality, yield and nitrogen fixation of faba bean seeds as affected by sulphur fertilization, Acta Agriculturae Scandinavica, Section B- Soil & Plant Science, 62: 732–738.
- Ceyhan, E. (2007). Yemeklik Dane Baklagiller Ders Notları. Selçuk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları. Konya 123 pp.
- Chirinda, N., Jorgen, O. and John, P. (2008). Effects of organic matter input on soil microbial properties and crop yields in conventional and organic cropping systems. Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISO FAR), Modena Italy, 18-20 June s: 56-59.
- FAO, (2020). Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. <http://faostat.fao.org/> Son erişim tarihi: 20/08/2022
- Firschbeck, G., Heyland, K., Knauer, N. (1975). Pflanzenbau, Ulmer Verlag, s:166-167
- Karadavut, U., Sözen, Ö., (2013). The determination of stability some faba bean variety and lines. *Journal of Selçuk University Natural and Applied Science*, 2 (3): 29-38 p.

- Karaköy, T., Demirbaş, A., Yörük, V., Toklu, F., Baloch, F.S., Durukan, H., Öztürk, M., Ton, A., Anlarsal, A.E., Özkan, H. (2015). Türkiye Orijinli Bakla (*Vicia faba* L.) Genotiplerinin Soğuğa Dayanıklılık Yönünden İncelenmesi Üzerine Bir Araştırma, 11. Tarla Bitkileri Kongresi 7-10 Eylül, Çanakkale, Cilt:1, 430-433.
- Karaköy, T., Demirbaş, A., Toklu, F., Karagöl, E.T., Uncuer, D., Gürsoy, N., Özkan, H. (2017). Ülkemizin Farklı Bölgelerinden Toplanan Bakla (*Vicia faba* L.) Yerel Popülasyonlarının Agronomik ve Morfolojik Karakterizasyonu. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 20: 356-361.
- Koç, S. (2016). Tekirdağ yetiştirilen bakla (*Vicia faba* L.) genotiplerinin yetiştirilen ve mezunlarının çalışmalarının üzerine bir araştırma. Yüksek lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, 44s.
- Köse, M., & Kardeş, Y.M. (2021). Baklanın (*Vicia faba* L.) Besinsel İçeriği ve Tıbbi Açıldan Yararları . Journal of the Institute of Science and Technology, 11 (3) , 2371-2379. DOI: 10.21597/jist.848401
- Landry, E.J., Fuchs, S.J., Hu, J. (2016). Carbohydrate composition of mature and immature faba bean seeds, Journal of Food Composition and Analysis, 50: 55–60.
- Lizarazo, C.I., Lampi, A.M., Sontag-Strohm, T., Liu, J., Piironen, V., Stoddard, F.L., (2015). Nutritive quality and protein production from grain legumes in a boreal climate, Journal of the Science of Food and Agriculture, 95: 2053–2064.
- Matthews, P., and Marcellos, T.H. (2003), Faba Bean, Agfact P4.2.7, Division Plant Industries. <http://www.raa.nsw.gov.au/reader/faba-bean-agfact>
- Mona, A.M., Sabah, M.A., Rehab, A.M. (2011). Influence of potassium sulfate on faba bean yield and quality, Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 5: 87–95.
- MEGEP, (2009) Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Bahçecilik, Bakla yetiştiriciliği, Ankara,
- Neme, K., Bultosa, G., Bussa, N. (2015). Nutrient and functional properties of composite flours processed from pregelatinised barley, sprouted faba bean and

- carrot flours, International Journal of Food Science & Technology, 50: 2375–2382.
- Özdemir, S. (2002). Yemeklik Baklagiller. Hasat Yayıncılık Ltd. Şti., 00 İstanbul.
- Pekşen, A., Pekşen, E., Artık, C. (2006). Bazı bakla (*Vicia faba* L.) popülasyonlarının bitkisel özellikleri ve taze bakla verimlerinin belirlenmesi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi (Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi), 21(2), 225 - 230.
- Saxena, M.C. (1991). Status and scope for production of faba bean in the Mediterranean countries. Options Méditerranéennes, 10(1), 5-20.
- Sözen, Ö., Karadavut, U. (2016). Determination of morphological and phenological properties of faba beans grown in Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 25 (2): 209-217 p.
- Tarım Teknolojileri, (2013). Yemeklik Dane Baklagiller Yetiştiriciliği (Bakla Ve Bezelye). Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara
- Turco, I., Ferretti, G., Bacchetti, T., 2016. Review of the health benefits of faba bean (*Vicia faba* L.) polyphenols, Journal of Food and Nutrition Research, 55: 283–293.
- TÜİK, (2021). Türkiye İstatistik Kurumu. www.tuik.gov.tr/ Erişim tarihi: 17/08/2022
- Vavilov, N. (1926). "Studies on the origin of cultivated plants", Bull. Appl. Bot. Plant Breed., 16(2), 1-248.
- Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. (2000), Kültür Sebzeleri, Ege Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Bornova, İzmir, 196s.
- Witten, S., Böhm, H., Aulrich, K., (2015). Effect of variety and environment on the contents of crude nutrients, lysine, methionine and cysteine in organically produced field peas (*Pisum sativum* L) and field beans (*Vicia faba* L), Landbauforsch Volkenrode, 65: 205–216.
- Yarşi, Garip., & Zulkadir, Gülay. (2020). Mersin’de Taze Bakla (*Vicia faba* L.) Yetiştiriciliği.
- Zulkadir, G., İdikut, L., Çabar, Y.E., (2022). Farklı Çeşit, Lokasyon Ve Sıklıkta Yetiştirilen Bakla (*Vicia faba* L.) Tanelerindeki Bazı Kimyasal Özellikler. ADYUTAYAM Cilt 10, Sayı 1: 11-24

BÖLÜM 10

BAKLA (*Vicia faba* L.) ISLAHI

Arş. Gör. Ecem KARA¹

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan BAKTEMUR²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü. ecemkara33@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0118-2673

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü. gbaktemur@gmail.com
ORCID: 0000-0002-0362-5108

GİRİŞ

Bakla (*Vicia faba* L.), kuzey yarımkürenin ılıman bölgelerinde uzun bir ekim geçmişi olan Fabaceae familyasına ait bir baklagil bitkisidir (Duc ve ark., 2015).

Bakla, sürdürülebilir tarım ve ürünün ekolojik ve çevresel değerinin yanı sıra lezzetliliği nedeniyle dünyada yaygın olarak yetiştirilen önemli bir serin iklim bitkisidir Protein içeriği diğer yaygın baklagillerden daha yüksek olduğu için, dünya çapında insan gıdası ve hayvan yemi için kuru tohumlar şeklinde hasat edilir, ancak taze tohumları veya baklaları genellikle Çin, Hindistan ve diğer ülkelerde sebze olarak kullanılmaktadır. (Zong ve ark., 2019).

Bakla yetiştiriciliğinin kökeni tarımın başlangıcına kadar uzanmaktadır (Cubero, 1973). Yüksek verim potansiyeli, tanelerinin besleyici özelliği ve hem yem hem de örtü bitkisi olarak kullanılması nedeniyle günümüzde önemli bir tarım ürünü olmaya devam etmektedir. Aynı zamanda bakla, diğer baklagil bitkileri gibi toprak verimliliğini arttırmada önemli bir role sahiptir (Jensen, Peoples ve Hauggaard-Nielsen, 2010). Serin iklim bitkilerinden biri olan bakla (*Vicia faba* L.), bezelye (*Pisum sativum*), nohut (*Cicer arietinum*) ve mercimekten (*Lens culinaris*) sonra en çok yetiştirilen dördüncü baklagil bitkisidir. Protein içeriği bakımından kıyaslandığında, diğer baklagillerinden daha yüksek protein içeriğine sahiptir (Griffiths ve Lawes, 1978; Burstin ve ark., 2011). Özellikle Akdeniz ülkeleri ve Çin'de gıdalarda önemli bir protein kaynağı olarak kullanılmaktadır (Crépona, 2010; Gnanasambandam ve ark., 2012). Ayrıca, baklanın toplam tane verimi

arttıkça, tohum protein içeriği de artmaktadır (El-Sherbeeney ve Robertson, 1992). Bakla, kış soğuklarına diğer baklagillerden daha dayanıklı olmasından dolayı, ılıman ve serin iklim koşullarına sahip bölgelerde sürdürülebilir tarım uygulamaları için oldukça uygundur (Temesgen ve ark., 2015). Bununla birlikte, bakla verimi, diğer birçok önemli baklagillerde olduğu gibi, biyotik ve abiyotik stresler nedeniyle yıldan yıla değişmektedir (Cernay ve ark., 2015, Maalouf ve ark., 2018).

Bakla ekiminin küresel alanı, özellikle Çin'de ve Kuzey Afrika ve Batı Asya'daki ülkelerde azalmaktadır. Bunun nedenlerinin başında; bakla tohumlarının çimlenme gücünün zayıf olması, biyotik stresler (yaprak hastalıkları ve orobanche) ve abiyotik streslere (sıcaklık, kuraklık, asidik topraklar ve su birikintisi) dayanıklı bitkilerin olmaması, yabancı ot kontrolünde etkili herbisitlerin bulunmaması ve çeşitler üzerine yapılan adaptasyon denemelerinin yetersizliği sıralanabilir (Maalouf ve ark., 2018).

Baklanın kökeni

Yaklaşık 13.000 Mb'lık bir genom boyutuna sahip olan bakla (*Vicia faba* L.) ($2n = 2x = 12$) (Johnston ve ark., 1999), *Vicia* alt cinsi içindeki *Narbonensis*'in ($2n = 14$) yakın bir akrabasıdır, ancak farklı kromozom sayıları ve DNA içeriğine sahiptir (Kew 2017; Zong ve ark. 2019). Diğer baklagil türlerinin durumunun aksine, *V. faba* ve diğer *Vicia* türleri arasında türler arası çaprazlamaların başarılı bir kaydı bulunmamaktadır (Caracuta ve ark., 2016). Bunun nedenleri ise içerisinde yüksek yabancı dölleme oranı (%31-49) içeren bir tür

olmasıdır. Bu türün ıslahında seleksiyon ve introdüksiyon gibi ıslah yöntemlerinin yanı sıra melezleme ıslahı da yaygınlaşmaya başlamıştır (Ceyhan, 2007).

Fouad ve ark. (2018), tohumları üç gruba ayırmıştır:

- (a) küçük- tohumlu tip,
- (b) büyük tohumlu tip,
- (c) orta tohumlu tip

Kuzeybatı Suriye'de Tell Ain el-Kerkh'ten elde edilen arkeolojik kanıtlar, baklanın MÖ 10. yüzyılın sonlarında ortaya çıktığı göstermiştir (Tanno ve Willcox 2006). Ek olarak, günümüz İsrail'inin Carmel Dağı bölgesinde bulunan 14.000 yıllık örnekler, baklanın kayıp ataları olarak tanımlanmıştır (Caracuta ve ark., 2016).

Kuru bakla tohumlarının boyutu ve şekli, en küçük tane ağırlığı 20 g, en büyüğü ise 200 g'dan fazla olmaktadır. Tohum kabuğu beyaz, süt beyazı, açık yeşil, yeşil, kahverengi, kırmızı veya mor olup göbek rengi açık gri veya siyah olarak bölünmüştür. Baklanın bakla başına tohum sayısı değişmekte olup, 2-8 arasında ve maksimum taze bakla uzunluğu 35 cm'e kadar ulaşabilmektedir (Zong ve ark., 2019).

Bakla ıslahı

Bakla, enerji maliyetlerini azaltarak, toprağın fiziksel koşullarını iyileştirir ayrıca zararlı ve yabancı ot popülasyonlarını azaltarak ürün rotasyon sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu avantajlara rağmen, 1960'lardan bu yana, küresel olarak kuru bakla üretimi için hektarda genel bir düşüş eğilimi göstermiştir (Diego, 2010).

Bakla germplazm kaynaklarında, belirtilen tüm özellikler bakımından, bakla ıslahı için iyi bir kaynak sağlayan önemli genetik varyasyona sahiptir (Duc ve ark., 2010). Baklada mantar hastalıklarına dayanıklılık ve tolerans ıslah programları (Sillero ve ark. 2006; Tivoli ve ark., 2006), paraziter, yabancı otlar (Rubiales ve ark., 2006) ve abiyotik stres (Stoddard ve ark., 2006) ihtiyaçlarını karşılamak için hızlı ve güvenilir tarama yöntemleri uygulanmıştır.

Biyoteknolojinin *Vicia faba* direnç ıslahına başarılı bir şekilde uygulanması, *V. faba* ve potansiyel direnç mekanizmaları hakkında güvenilir biyolojik bilgi gerektirmektedir. Doku kültürü ve gen dönüşümünde başarılar elde edilmesine rağmen, bakla hala biyoteknolojide diğer türlerin çok gerisinde kalmıştır. Benzer şekilde, önemli QTL (kantitatif özellik lokusları) çalışmaları tanımlanmış olmasına rağmen (Torres ve ark., 2006, 2010), hala markör destekli ıslahın etkili bir şekilde uygulanması için yetersiz kalmıştır (Diego, 2010).

Bakla, bezelyeden biraz daha ağır toprakları tolere edebilir, bu da onları çeşitli ekilebilir arazi koşullarında ürün için daha çok yönlü hale getirebilmektedir. Tohum, çimlenmeden önce uzun süreli soğuk koşullara dayanabildiği gibi; kuraklık stresine karşı hassastır, ancak ilkbahar çeşitlerin erken kurulması, kuru koşullara dayanmaya yardımcı olan kapsamlı bir kök sisteminin gelişmesine izin vermektedir. Genel olarak, kış fasulyesi olarak bilinen sonbaharda ekilen çeşitler, kıştan önce kök sisteminin kurulmasını sağlamak için daha ağır ve nemi daha fazla tutan topraklara sonbaharın sonlarında ekilebilmektedir. Kış

boyunca düşük sıcaklık dönemi, sıcaklık yükseldikçe erken ilkbaharda kompakt olan çoklu sürgün dallarının üretimini teşvik etmektedir (Anthony, 2017).

Bakla'da, özellikle germplazm havuzlarının aksine, geniş ortamlarda yüksek düzeyde genotip çevresel etkileşim ($G \times E$) göstermektedir (Duc ve ark., 2015).

Almanya'da ve ICARDA tarafından yapılan denemeler, Orta Avrupa çeşitlerinin Suriye'de çok düşük verim verdiğini, Akdeniz çeşitlerinin ise her iki ortamda da iyi ürün verdiğini ve erken çiçek açtığını göstermiştir (Kittlitz ve ark., 1993). Dolayısıyla, tek bitki seçimi ve yetiştiricilerin deneyimlerine göre çeşitlerin melezlenmesi gibi geleneksel yetiştirme metodolojileri ile oluşturulması zor olsa da evrensel olarak uyarlanmış bakla çeşitleri yaygın olarak kabul edilmektedir (Zong ve ark., 2019).

Bakla ıslahının ana hedefleri; verimde artış, biyotik ve abiyotik streslere direnç/tolerans, çevre koşullarına adaptasyonu iyi ve tohum kalitesi yüksek çeşitler geliştirmektir (Maalouf ve ark., 2018). Bakla yetiştirmenin iki ana yöntemi, tekrarlayan seleksiyon döngüleri ile popülasyonun iyileştirilmesi ve baklanın kendi kendine tozlaşmasının sağlanarak ıslah hatları arasında bir dereceye kadar çapraz tozlaşmanın kabul edilmesidir. Geleneksel bakla yetiştiriciliği, üstün ebeveynleri seçmeyi, neslin çok aşamalı testini, belirli özellikler için ebeveynlerden daha iyi performans gösteren nesilleri tanımlamayı ve üstün çeşitlerin serbest bırakılmasını içerir. Tipik olarak bu sürecin ticari bir çeşidin piyasaya sürülmesi 10 yıl kadar sürebilmektedir. Yeni bitki moleküler

biyoloji tekniklerinin ve genomik araçların geliştirilmesi ve ilerlemesi, baklada uygun çeşitlerin geliştirilmesi için geleneksel ıslaha yardımcı olabilmektedir. Bakla çeşidinin geliştirilmesi için genetiğini ve genomiklerini anlamak için moleküler çalışmalar, son yirmi yılda hız kazanmıştır (Gnanasambandam ve ark., 2012).

Moleküler ıslah

Bakla ıslahında biyoteknolojinin rolü, ıslah programlarında maker destekli seleksiyon yoluyla uygulanabilmektedir. Bakla çekirdeği germplazmı, yüksek yoğunluklu SSR/SNP tabanlı genetik bağlantı haritası yapımı ve önemli özellikler (QTL) analizi üzerine çığır açan derinlemesine çalışmalara dayanmaktadır. Genetik bağlantı haritalarının oluşturulması, genetik araştırmanın önemli bir yönünü oluşturmaktadır. Şimdiye kadar baklanın genetik haritalarının çoğu moleküler markerlere dayanmaktaydı ve dünyadaki izozimler, RAPD (rastgele amplifiye polimorfik DNA), AFLP (amplifiye fragman uzunluk polimorfizmi) ve ITAP (intron hedefli amplifiye polimorfik markörler) ile sınırlıydı. SSR (basit dizi tekrarları) ve SNP (tek nükleotid polimorfizmleri) markerler ile oluşturulan baklanın genetik bağlantı haritaları ise çok sınırlı kalmıştır (Ma ve ark., 2013; Webb ve ark., 2015).

Mutasyon ıslahı

Bakla, diğer tüm *Vicia* türlerinden üreme açısından izole edilmiştir. Bu, bakla iyileştirmede genetik çeşitlilik veya genetik çeşitlilik oluşturmak için mevcut germplazm toplamanın, yeni toplama görevlerinin veya

yeni yöntemlerin kullanılabilirliğini sınırlamaktadır. Baklaya yeni mutasyonlar sokmanın iki ana modern yöntemi bulunmaktadır. Bunlar mutasyon ve genetik dönüşümdür (Zong ve ark., 2019).

Sjodin (1971), X-ışınları da dahil olmak üzere bir dizi mutajenle yaptığı deneyde çekinik aleller tarafından belirlenen çok sayıda mutant fenotip üretmiştir. Oldach (2011), 1959-2009 yılları arasında 19 mutant bakla çeşidi listelemiştir. Mutant özellikler, erken olgunluk, bitki yapısı, verim, cüceleşme, protein içeriği, hastalık direnci ve konaklama direncini içermektedir. (Duc ve ark., 2015). Buna rağmen, geleneksel yetiştirme metodolojileri, farklı ana üretim alanlarında optimize edilmiş agronomi için daha fazla ve daha iyi çeşitlerin elde edilmesini sınırlamıştır (Zong ve ark., 2019).

Sonuç

Soğuk mevsim ürünü olan bakla, tahıl bazlı sistemlerin ve toprak verimliliğinin iyileştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır. Biyolojik azot fiksasyon verimliliği açısından üstün olduğu içinde bakla içeren sürdürülebilir ürün sistemlerinin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır. Abiyotik streslere, zararlılara ve hastalıklara direnç için ıslah programları Avrupa ülkelerinde ve ICARDA'da iyi bir ilerleme kaydedilmiştir. Çin'de, son 40 yılda ulusal veya bölgesel düzeyde 110'dan fazla bakla çeşidi ticari olarak tescil edilmiştir. Yeni tescil edilmiş bakla çeşitleri, çoğunlukla geleneksel melezleme yöntemleri ve tamamlayıcı tekli bitki seçimi ile yetiştirilmiştir (Zong ve ark., 2019).

KAYNAKLAR

- Anthony, J.B. (2017). Peas and beans. In: Atherton J (ed) Crop production science in horticulture (series). CABI, Oxfordshire, pp 66–93
- Burstin, J., Gallardo, K., Mir, R.R., Varshney, R.K., & Duc, G. (2011). Improving protein content and nutrition quality (Chapter 20). In A. Pratap, & J. Kumar (Eds.), Biology and breeding of food legumes (pp. 314–328). New Delhi, India: CABI. <https://doi.org/10.1079/9781845937669.0000>
- Caracuta, V., Weinstein-Evron, M., Kaufman, D., Yeshurun, R., Silvent, J., Boaretto, E. (2016). 14,000-year-old seeds indicate the Levantine origin of the lost progenitor of faba bean. *Sci Rep* 6:37399. <https://doi.org/10.1038/srep37399>
- Cernay, C., Ben-Ari, T., Pelzer, E., Meynard, J. M., & Makowski, D. (2015). Estimating variability in grain legume yields across Europe and the Americas. *Scientific Reports*, 5, 11171. <https://doi.org/10.1038/srep11171>
- Ceyhan, E. (2007). Yemeklik Dane Baklagiller Ders Notları. Selçuk Üniversitesi. Ziraat Fakültesi Yayınları. Konya 123 pp.
- Crépona, K. Marget, P. Peyronnet, C. Carrouéca, B. Arese, P. Duc, G. (2010). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crop Res.* 115, 329–339.
- Cubero, J.I., (1973). Evolutionary trends in *Vicia faba*. *Theor Appl Genet* 43(2):59–65
- Diego, R., (2010). Faba beans in sustainable agriculture. *Field Crop Res* 115:201–202
- Duc, G., Bao, S., Baum, M. Redden, B., Sadiki, M., Suso, M.J., Zong, X.X. (2010). Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. *Field Crop Res* 115:270–278
- Duc, G., Jelena, M.A., Pascal, M. Aleksic, J., Marget, P., Mikic, A., Paull, J., Redden, R.J., Sass, O., Stoddard, F.L., Vandenberg, A., Vishnyakova, M., Torres, A.M. (2015). Faba bean. In: De Ron AM (ed) Handbook of plant breeding, vol 10, grain legumes. Springer, Dordrecht, pp 141–178
- El-Sherbeeney, M.H., Robertson, L.D., (1992). Protein content variation in a pure line faba bean (*Vicia faba*) collection. *J Sci Food Agric* 58(2):193–196

- Gnanasambandam, A., Paull, J., Torres, A. et al. (2012). Impact of molecular technologies on faba bean (*Vicia faba* L.) breeding strategies. *Agronomy* 2(3):132–166
- Griffiths, D.W., & Lawes, D. A. (1978). Variation in the crude protein content of field beans (*Vicia faba* L.) in relation to the possible improvement of the protein content of the crop. *Euphytica*, 27(2), 487–495. <https://doi.org/10.1007/BF00043174>
- Johnston, J., Bennett, M., Rayburn, A. et al. (1999). Reference standards for determination of DNA content of plant nuclei. *Am J Bot* 86(5):609–613
- Katell, C., Pascal, M., Corinne, P. et al (2010). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crop Res* 115:329–339
- Kew, (2017). Science’s data and resources plant DNA C-values database
- Kittlitz, E.V., Ibrahim, KIM., Ruckenbauer, P. et al. (1993). Analysis and use of interpool-crosses of Mediterranean and Central European faba beans (*Vicia faba* L.) – performance of Mediterranean and Central European faba beans in Syria and Germany. *Plant Breed* 110:307–314
- Ma, Y, Bao, S., Yang, T. et al. (2013). Genetic linkage map of Chinese native variety faba bean (*Vicia faba* L.) based on simple sequence repeat markers. *Plant Breed* 132:397–400
- Maalouf, F., Hu, J., O'Sullivan, D. et al. (2018). Breeding and genomics status in faba bean (*Vicia faba*). *Plant Breeding*. 138. 10.1111/pbr.12644.
- Oldach, K.H. (2011). Mutagenesis in food legumes. In: Pratap A, Kumar J (eds) *Biology and breeding of food legumes*. CABI, Oxfordshire, pp 418–420
- Rubiales, D., Pérez-de-Luque, A., Fernández-Aparicio, M., et al 2006. Screening techniques and sources of resistance against parasitic weeds in grain legumes. *Euphytica* 147:187–199
- Sillero, J.C., Fondevilla, S., Davidson, J. et al. (2006). Screening techniques and sources of resistance to rusts and mildews in grain legumes. *Euphytica* 147:255–272
- Sjodin, J. (1971). Induced morphological variation in *Vicia faba* L. *Hereditas* 67:155–180

- Stoddard, F.L., Balko, C., Erskine, W. et al. (2006). Screening techniques and sources of resistance to abiotic stresses in cool-season food legumes. *Euphytica* 147:167–186
- Tanno, K.I, Willcox, G. (2006). The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium BP. *Veg Hist Archaeobotany* 15(3):197–204
- Temesgen, T., Kenei, G., Sefera, T., & Jarso, M. (2015). Yield stability and relationships among stability parameters in faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes. *The Crop Journal*, 3(3), 258–268. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.03.004>
- Tivoli, B., Baranger, A., Avila, C.M. et al. (2006). Screening techniques and sources of resistance to foliar diseases caused by major necrotrophic fungi in grain legumes. *Euphytica* 147:223–253
- Torres, A.M., Román, B., Avila, C. et al. (2006). Faba bean breeding for resistance against biotic stresses: towards application of marker technology. *Euphytica* 147:67–80
- Torres, A.M., Avila, C.M., Gutiérrez, N. et al. (2010). Marker-assisted selection in faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crop Res* 115:243–252
- Ven, W., Waugh, R., Duncan, N. et al. (1991). Development of a genetic linkage map in *Vicia faba* using molecular and biochemical techniques. *Asp Appl Biol* 27:49–54
- Webb, A., Cottage, A., Wood, T. et al. (2015). A SNP-based consensus genetic map for synteny-based trait targeting in faba bean (*Vicia faba* L.). *Plant Biotechnol J* 14(1):177–185
- Zong, X., Yang, T., and Liu, R., (2019). Faba Bean (*Vicia faba* L.) Breeding. *Advances in Plant Breeding Strategies: Legumes*. Springer Nature Switzerland AG. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23400-3_7

BÖLÜM 11

BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Asuman KAPLAN EVLİCE¹

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ²

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. aevlice@gmail.com
ORCID NO: 0000-0002-0344-6767

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. yetercilesiz_mbg@hotmail.com
ORCID NO: 0000-0002-4313-352X

GİRİŞ

Börülce (*Vigna unguiculata*), tek yıllık yetiştirilen, diploid (genom boyutu ~620Mbp; $2n=2x=22$) ve kendi kendine döllen bir bitkidir (Boukar ve ark., 2019). Kökeni hakkında farklı fikirler olsa da, börülce MÖ 2500 yılından önce Afrika'da (muhtemelen Batı ve Doğu Afrika) yetiştirilmiş ve MÖ 400 civarında ise yetiştiriciliği Afrika sahrası, Hindistan, Güneydoğu Asya ve Akdeniz havzasında yaygınlaşmıştır. Daha sonrasında meydana gelen Kolomb değişimi (The Columbian Exchange) ile Afrika germplazmı Karayipler, Güneydoğu Amerika Birleşik Devletleri ve Güney Amerika'ya; Akdeniz germplazmı ise Küba, Güneybatı Amerika Birleşik Devletleri ve Kuzeybatı Meksika'ya yayılmıştır (Herniter ve ark., 2020).

Börülce tarımı 40°N enlemine kadar iklim koşullarının uygun olduğu tüm kuşaklarda yapılabilmektedir (Şehirli, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009). Börülce diğer yemeklik tane baklagillerin yetişemediği yüksek sıcaklıklarda başarılı bir şekilde yetişebilmektedir. Bu nedenle Afrika'da fasulyenin yerini alan yemeklik baklagil bitkisidir. FAO 2020 verilerine göre dünya börülce ekim alanı 15.056.435 hektar, üretimi 8.901.644 ton ve verimi ise 591,2 kg/ha'dır. Börülce üreten kıtaların başında Afrika (8.616.095 ton), ülkelerin başında ise Nijerya (3.647.115 ton) gelmektedir. Bu ülkeyi Nijer (2.637.486 ton), Burkina Faso (666.023 ton) ve Kenya (264.160 ton) izlemektedir (FAOStat, 2022).

Ülkemizde ise yemeklik tane baklagiller içinde bezelyeden sonra en az ekim alanı ve üretimi olan bir bitkidir. Fakat, yüksek sıcaklıklara

dayanıklılığı dolayısıyla fasulyenin yetişemediği Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yaz aylarında alternatif olarak yetiştirilebilecek bir baklagil bitkidir (Özdemir, 2002). Ülkemiz 2021 yılı börülce ekim alanı 1.245 ha, üretimi 1.281 ton ve verimi ise 1030 kg/ha'dır. Ülkemizde en çok börülce Manisa (556 ton), Uşak (240 ton), Muğla (230 ton) ve Balıkesir (71 ton) illerinde üretilmektedir (TÜİK, 2022). Genellikle sahil bölgelerimizin bazı kısımlarında daha çok üretilip tüketilen börülce, iç bölgelerde daha az görülmektedir (Sözen, 2022).

Börülce, hemen hemen tüm toprak üstü aksamı yenilebilir bir bitkidir. İnsan beslenmesinde çoğunlukla (yaklaşık %90) kuru tane olarak kullanılır. Yeşil/taze baklaları sebze olarak tüketilmekle birlikte, yeşil taneleri özellikle Güneydoğu Asya'da sebze olarak tüketilir. Börülcenin uç yaprakları ise Doğu Afrika'da tüketilmektedir (Boukar ve ark., 2015; Boukar ve ark., 2019). Yeşil bitki olarak veya silaj yapılarak hayvan beslenmesinde kullanılır (Özdemir, 2002; Sozen ve Karadavut, 2016). Kuru gövde aksamı da hayvan yemi olarak tüketilmektedir (Samireddypalle ve ark., 2017).

Börülcenin hem insan hem de hayvan gıdası olarak tüketilmesinin yanı sıra agronomik olarak toprağa fayda sağlamaktadır. Börülce bir baklagil bitkisi olduğu için, azot bağlayıcı bakterilerle işbirliği yaparak nodül oluşturur, toprağa azot sağlar ve yeşil gübre olarak ta toprağın verimliliğinin arttırılmasında kullanılır (Singh ve ark., 2017). Ayrıca, yayılıcı çeşitleri toprak erozyonunu önlemek ve yabancı ot

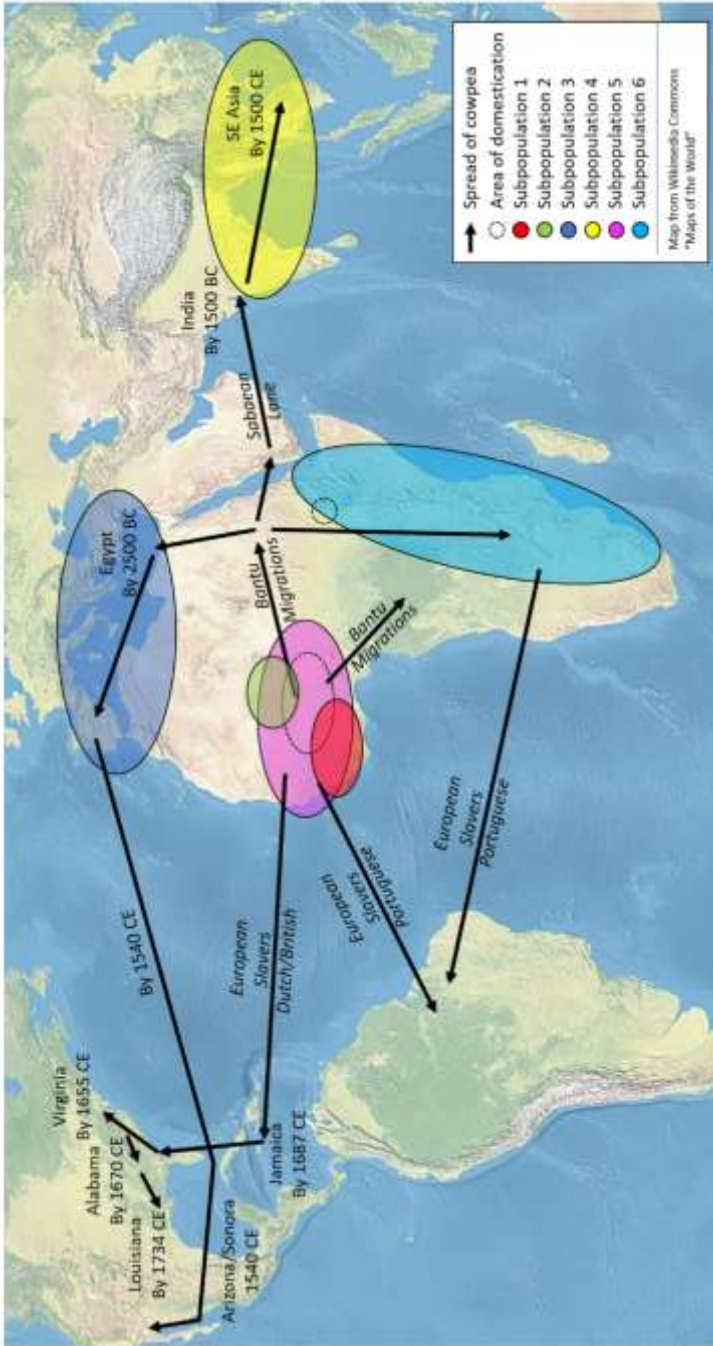
yoğunluğunu azaltmak için örtü bitkisi olarak kullanılmaktadır (Wortman ve Dawson, 2015).

Börülcenin kuru taneleri oldukça yüksek beslenme değerine sahiptir. Çeşide ve çevre koşullarına bağlı olarak börülce %20-25 protein, %1.3-1.5 yağ ve %5.1-5.8 lif içermektedir (Tshovhote ve ark., 2003). Yüksek protein içeriğinin yanı sıra börülcenin karbonhidrat oranı da (%57) yüksektir ve 100 gramı 350 kalorilik bir enerji sağlar (Özdemir, 2002). Ayrıca, börülce iyi bir folik asit ve mikro element kaynağıdır (Boukar ve ark., 2011).

Kökene, tarihçesi ve coğrafi dağılışı

Börülce ile ilgili arkeobotanik kaynaklar incelendiğinde, börülcenin insanlar tarafından kullanımı çok eski zamanlara dayanmaktadır (Özdemir, 2002; Can ve ark., 2021). Börülcenin kökeni hakkında değişik görüşler vardır. Börülcenin kökeninin filogenetik özellikleri dikkate alınarak İran ve Hindistan arasındaki bölge olduğu Wight (1907) tarafından belirtilmiştir. Fakat daha sonraları Vavilov (1935) tarafından yapılan çalışmalarda börülce için iki ayrı köken belirlenmiştir. Bunlardan birincisi Wight'nin de belirttiği gibi İran ve Hindistan iken, ikincisi ise Nijerya ve Etiyopya'dır. Börülcenin Batı ve Orta Afrika kökenli olduğunu ise ilk ortaya koyan 1885 yılında Körnicke'dir (Şehirali, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009). Afrika'da börülce örneklerinde genetik farklılıklar olduğu tespit edilmiş (Saunders, 1959) ve günümüzde bu iki bölgenin börülcenin köken alanları olduğu kabul edilmektedir (Çiftçi ve Adak, 2009; Boukar ve ark., 2019). Börülce zaman içerisinde Batı ve Doğu Afrika'dan değişik yollarla dünyaya

yayılmıştır (Şekil 1). Batı Afrika'dan Bantu göçleri (Bantu migrations) ile güneye ekvator yağmur ormanlarına ve doğuda Sahel bölgesini (Sahelian zone) geçerek Sudan ve Etiyopya'ya yayılmıştır. Oradan da üç farklı yol izlemiş olup, ilk yol Doğu Afrika'dan gelen yolla birleşerek Güney Afrika'ya kadar uzanmıştır. İkinci yolda, MÖ 2500'de Nil yakınlarında kuzeye ve MÖ 400'de de Akdeniz Havzası'na yayılmıştır. Bu popülasyon İspanyollar tarafından Amerika Birleşik Devletleri'ne getirilmiştir. Üçüncü yolda doğuya, Yemen'deki Saba yolu (Sabaeen lane) üzerinden geçerek MÖ 1500'de Hindistan'ın batı kıyısına ulaşmış ve oradan da Güneydoğu Asya'ya yayılmıştır. Börülce MS 16. yüzyılda Batı Afrika'dan Amerika'ya köle gemileriyle Brezilya, Karayipler ve Güney Amerika dahil olmak üzere sömürge köle toplumlarına getirilmiştir. Aynı zamanda, İspanyol sömürgeciler ve kaşifler İber (Iberian) börülcesini güneybatı Amerika Birleşik Devletleri'ne ve kuzeybatı Meksika'ya getirmiştir (Herniter ve ark., 2020). Börülce hakkında ilk yazılı eser 1798 yılında yayınlanmıştır (Şehirli, 1988).



Şekil 1. Börülcenin Dünyaya Yayılma Yolları (Herniter ve ark., 2020)

Vigna cinsi *Phaseoleae* oymağına bağlıdır ve aynı oymağa bağlı *Phaseolus* L. cinsine çok benzediği için uzun yıllar *Phaseolus* cinsine bağlı olduğu düşünülmüştür. Ancak, *Vigna* cinsi çiçek kayıkçığının kıvrımsız olmasıyla *Phaseolus* cinsinden ayrıcalık gösterir (Şehirli, 1988).

Taksonomisi (OECD, 2016);

- Familya: *Leguminosae/Fabaceae*
- Alt familya: *Papilionoideae/Faboideae*
- Oymak: *Phaseoleae*
- Cins: *Vigna*
- Tür: *Vigna unguiculata*
- Botanik varyeteler:
 1. *Vigna unguiculata unguiculata* var. *unguiculata*
 2. *Vigna unguiculata unguiculata* var. *spontanea*

Börülcenin iki botanik varyetesi vardır; *Vigna unguiculata unguiculata* var. *unguiculata* ve onun yabani formu *Vigna unguiculata unguiculata* var. *spontanea*'dır (OECD, 2016). Kültürü yapılan börülceler temel olarak bakla, tohum ve tohum taslağı özelliklerine göre beş varyete grubuna ayrılmıştır (Çizelge 1; Pasquet, 1999).

Çizelge 1. Kültürü Yapılan Börülcenin Botanik Varyeteleri ve Özellikleri

Varyete	Özellik
---------	---------

unguiculata	Baklada 16'dan fazla tohum taslağı vardır. Afrika'da yetiştirilen tane ve yemlik börülce tipleri bu gruba girer.
melanophthalmus	Karagöz tipi börülcedir. Baklada 17'den az tohum taslağı vardır. Çoğunlukla Amerika'da yetiştirilir.
biflora (Catiang)	Kısa dik baklalarda pürüzsüz tohum. Baklada 17'den az tohum taslağı vardır. Çoğunlukla Hindistan'da yetiştirilir.
sesquipedalis	Kuşkonmaz (asparagus) veya uzun fasulye olarak bilinir. Özellikle Çin Halk Cumhuriyeti'nde taze olarak tüketilen çok uzun baklalara sahiptir.
textilis	Eski zamanlarda Afrika'da lif için kullanılmıştır. Çok uzun saplı nadir bir formdur.

Unguiculata en geniş varyete grubudur. Kuşkonmaz fasulyesi, uzun fasulye veya yılan fasulyesi olarak bilinen *Sesquipedalis* varyete grubunda, bakla içinde aralıklı 16'dan fazla tohum taslağı ve tohum vardır. Son yıllarda yapılan moleküler çalışmalar *Sesquipedalis*'in bir alt tür olduğunu ileri sürmektedir (Xu ve ark., 2012).

Unguiculata alt türündeki yabancı börülceler günümüzde *spontanea* varyetesi olarak tanımlanmaktadır (önceden *dekindtiana* alt türüne dahil edilmiştir). Var. *spontanea*, baklalarının küçük, çatlayarak tane saçan özellikte olması ve tohumlarının on kat daha küçük olması dışında kültürü yapılan yerel börülce türlerine benzemektedir. *Spontanea*'nın tohum kabuğu sert, kalın ve su geçirmezdir (OECD, 2016).

Vigna unguiculata türü günümüzde 11 alt türe ayrılmıştır. Alt türlerin on tanesi (*aduensis*, *alba*, *baoulensis*, *burundiensis*, *dekindtiana*,

letouzeyi, *pawekiae*, *pubescens*, *stenophylla*, *tenuis*) çok yıllık, biri (*unguiculata*) ise tek yıllıktır (Padulosi ve Ng, 1997; Pasquet, 1997).

Börülce standart çeşitleri

Türkiye’de Türk Standartları Enstitüsü tarafından hazırlanan TS 3268 numaralı kuru tane börülce standardına göre alımı ve satımı yapılan börülceler şunlardır (Özdemir, 2002; Şekil 2);

- *Ak börülce (beyaz börülce, üzümlü börülce, akkız)*: Orta iri taneli, böbreğimsi şekilli, beyaz veya kirlimsi beyaz renkli börülcelerdir.
- *Karnıkara (karagöz, karakız)*: İnce taneli, silindirik şekilli, kirli beyaz renkli, göbek bağı (hilum) etrafında siyah halka bulunan börülcelerdir.
- *Sarı göbek*: Orta iri taneli, silindirik şekilli, kirli beyaz renkli, hilum etrafında kahverengi halka, bazı formlarında ise tane üzerinde kahverengi lekeler bulunan börülcelerdir.
- *Kırmızı börülce*: Küçük taneli, silindirik şekilli, pembemsi kahverenginden koyu kırmızıya kadar değişen renkli, hilum etrafında kahverengi siyah ince bir halka bulunan börülcelerdir.



Şekil 2. Börülce çeşitleri; A: Karagöz, B: Sarın göbek, C: Ak börülce, D: Kırmızı börülce (Özdemir, 2002)

Kuru börülceler tane iriliklerine göre; iri boy (A, 6 mm'lik elek üstünde kalanlar) ve orta boy (B, 4-6 mm'lik elekler arasında kalanlar) olarak ikiye ayrılmaktadır.

Ülkemizde Karagöz 86, Akkız 86 ve Sıma isimli 3 adet kuru börülce ile Ülkem isimli bir adet yem börülcesi tescil ettirilmiştir (TTSM, 2022).

MORFOLOJİSİ

Börülce morfolojik yönden fasulye ile çok benzerlikleri olan bir yemeklik tane baklagil türüdür. Ancak, börülce ile fasulye arasında az da olsa belirgin farklılıklar vardır. Yaprakçıkların yüzeyi fasulyenin aksine parlak ve çıplaktır. Börülce çiçeğinde kayıkçık kıvrık değildir. Börülce tanelerinde hilum çevresinde çoğunlukla renkli bir halka bulunur (Şehirali, 1988).

Kök

Börülce kuvvetli bir kazık kök sistemine sahiptir. Yan kökler de gelişmiştir ve toprağın üst tabakalarında lateral olarak yayılmıştır

(Şehirli, 1988; Özdemir, 2002). Ekimden iki ay sonra kök uzunluğu 2.4 m'ye ulaşabilir (Can ve ark., 2021).

Börülce köklerinde yumru (nodül) oluşturan *Cowpea Rhizobium* bakterileri sayesinde havadaki serbest azotu bağlayarak bitkiye ve toprağa kazandırır (Özdemir, 2002). Börülce bitkisi azot fiksasyonu sayesinde bir dekarlık alanda yıllık yaklaşık olarak 9 kg saf azot birikimi olmaktadır (Çiftçi ve Adak, 2009).

Gövde ve yapraklar

Börülce tek yıllık otsu bir baklagil bitkisidir ve gövde yönünden fasulyeye çok benzer. Gelişim bakımından dik, yarı yatık, sürünücü ve sarılıcı formları mevcuttur. Kesit olarak gövde altta yuvarlak, yukarılarda altı köşelidir. Boğum aralarının içi boş ve yüzeyleri çıplaktır. Börülcede gövde rengi yeşilden, boğumlarda yoğunlaşmış mor renge kadar değişiklik gösterir. Her boğumda karşılıklı iki tane oval, kalp veya mızrak şeklinde kulakçık bulunur. Gövde iyi gelişmiştir ve dallanma bütün gövde üzerinde devam eder. Yaprakların koltuğundaki tomurcuklar dal ya da çiçek taşıyan sapları oluşturur (Şehirli, 1988). Bitki boyu çeşit ve iklim koşullarına bağlı olarak 30-250 cm arasında değişir. Bitki boyu bakımından bodur ve dik büyüyenler kısa, sürünücü ve sarılıcı büyüyenler ise daha uzun olurlar (Çiftçi ve Adak, 2009). Altınbaş ve Sepetoğlu (1993) börülcede dal sayısının 1-12 arasında olduğunu bildirmiştir.

Börülcenin yaprağı fasulye yaprağına oldukça benzer. Börülcenin yaprağı fasulyenin ki gibi tüylü değildir, bu nedenle yaprak yüzü daha

düzgün, parlak ve damarlar daha az belirgindir (Özdemir, 2002). Gelişme döneminde iki tip yaprak görülür. Kotiledon yaprakların üstündeki birinci yaprak, tohumların çimlenip toprak yüzeyine çıkması sırasında görülen, karşılıklı olarak sapa bağlanmış, iki tane, üçgen şekilli, parlak ve düz yüzeylidir. İlk yaprakların sapa bağlandıkları yerde girintili değildir. Asıl börülce yaprakları üç yaprakçıktan oluşan bileşik yapraklardır. Bu yapraklar gövde üzerinde alternatif olarak sıralanırlar. Üç yaprakçıktan ortada bulunanı mızrak şeklinde ve orta damar boyunca simetrikdir. Yanlarda bulunan diğer iki tanesi ise simetrik değildir. Yapraklar boğumlardan çıkan ve 3-25 cm uzunluğundaki yaprak saplarına bağlıdırlar. Yaprakçık saplarının yaprak sapına bağlı olduğu yer şişkincedir. Yan yaprakçıkların yaprak sapıyla birleştikleri yerde birer, orta yaprakçığın kendi sapıyla birleştiği yerde ise iki tane kulakçık vardır. Yaprakçıkların yüzeyi düz, donuk yeşilden parlak yeşile kadar değişmektedir. Yaprakçıklar mızrak ucu ya da geniş mızrak ucu şeklinden oval veya yuvarlağa kadar değişebilir (Şehirali, 1988; Özdemir, 2002).

Hızlı büyüyen tiplerde toprak üstü organların büyüme hızı, kök büyüme hızından daha hızlı olduğu durumlarda, nodüller tam olgunlaşmadığından yeterli azot sağlayamaz ve bitkide sararma görülür. Geçici olan bu durum nodüllerin oluşumunu tamamlayıp yeterli azot bağlayınca kaybolur (Özdemir, 2002).

Çiçek

Beyaz veya mavi renkte olan börülce çiçekleri, yaprak koltuklarından çıkan 5-60 cm uzunluğundaki salkım saplarının ucunda yer alırlar.

Salkım sapında 4-6 çiçek salkımı alternatif olarak sıralanmıştır. Her çiçek salkımında 6-12 kadar tomurcuk bulunur. Çiçek salkımı çok sayıda çiçek içermesine rağmen, genellikle iki çift gelişir ve çiçek meydana getirir. Açan çiçeklerin de hepsi meyve bağlamaz, birçoğu tozlanmadan önce dökülür (Özdemir, 2002). Toplam çiçek tomurcuklarının %10-15'i olgun meyve oluşturur (Çiftçi ve Adak, 2009).

Bir dişi organ (gynaecium) ve 10 erkek organ (androecium) bulunduran bürülce çiçeği, erkek organlar bakımından diadelphous durum (9+1) göstermektedir. Çiçeğin 5 tane olan taç yaprakları bayrak yaprağı, kayıkçık ve kanatçıklar olarak isimlendirilir. Bunlar dipte birleşerek corollayı oluşturmaktadır. Çiçeğin yumurtalığındaki tohum taslağı sayısı 2-8 adet arasında değişebilmektedir (Çiftçi ve Adak, 2009).

Bürülce çiçekleri kendine döllen çiçeklerdir ve tozlanma çiçekler açılmadan 7-8 saat kadar önce olmaktadır. Bu nedenle kendine döllen bir bitkidir (Can ve ark., 2021). Bürülcede %0.22-12.0 oranlarında yabancı döllenme de görülmesine rağmen, bu oran genelde %5'in altındadır (Şehirli, 1988).

Çiçekler, ekimden sonra çeşidin erkenci olup olmayışına ve çevre koşullarına bağlı olarak 20-62 gün sonrasında açmaya başlar. Çiçeklenme süresi çeşitlere göre değişmekle birlikte 17-34 gün devam etmektedir. Çiçekler sabahın erken saatlerinde (4.30-7.00) açar (Şehirli, 1988).

Bakla ve taneler

Börülce baklaları salkım sapına asılı, çoğunlukla düz, silindirik, bazı çeşitlerde kıvrık ya da boynuz şeklinde kıvrılmış olabilir. Görünümleri boğumlu olan baklaların uzunlukları çeşitlere göre değişmekle birlikte 8-15 cm arasındadır (Can ve ark., 2021).

Bitkide bakla sayısı çeşide ve çevre koşullarına göre 7-23 adet arasında değişmektedir. Bakla rengi olgunlaşma döneminde yeşil, uçları mor olan yeşil, mor veya kahverengiye kadar değişiklik gösterirken, kuru olgunluk döneminde ise saman sarısından koyu mor veya kahverengiye kadar değişir (Şehirli, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009). Baklada tek sıra halinde 1-10 adet tohum bulunur (Can ve ark., 2021).

Uzunluğu 6-9 mm, ağırlığı 50-300 mg arasında olan börülcenin tane şekli böbrek şeklinden yuvarlağa kadar değişmekle birlikte yanlardan basıktır. Tane kabuğunun rengi çeşitlere göre değişmekle beraber, beyaz, krem, kahverengi, koyu kırmızı veya siyah olabilir. Tane kabuğu tek renkli, küçük hilum halkalı, geniş hilum halkalı, alacalı, benekli, mermer desenli olabilir. Hilum etrafındaki halkanın rengi ve genişliği çeşit ayrımında kullanılan bir kriterdir. Börülcede tane iriliği çeşit ve çevre koşullarından etkilenmektedir (Şehirli, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009; Can ve ark., 2021).

Börülcenin kullanım alanları ve kimyasal bileşimi

Börülce, taze/yeşil bakla, yeşil ve kuru tane olarak insan beslenmesinde kullanılır. Bilinen kullanımının yanı sıra, Afrika'da börülce kuru taneleri kahve yapımında (Çiftçi ve Adak, 2009), yaprakları da sebze

olarak kullanılmaktadır (Boukar et al., 2015; Can ve ark., 2021). Güneydoğu Asya ülkelerinde börülcenin çimlendirilmiş tohumları sebze olarak tüketilmektedir. Baklagillerin çim filizlerinin sebze olarak kullanımı ülkemizde de görülmektedir (Özdemir, 2002).

Börülcenin kuru taneleri oldukça yüksek beslenme değerine sahiptir. Börülce taneleri karoten ve vitamin B1 yönünden zengindir (Çiftçi ve Adak, 2009). Tanede bulunan yüksek protein oranına karşın diğer baklagil bitkilerinde olduğu gibi kükürtlü amino asitlerin, metiyonin ve sistin, oranı düşüktür. Bu nedenle tahıllarla birlikte tüketilmesi eksik amino asitleri dengeleyecektir (Özdemir, 2002).

Diğer baklagiller gibi börülce de tanen, tripsin inhibitörleri, oksalat, fitat, polifenoller ve oligosakkaritler gibi bir antibesinler içerir (Sreerama ve ark., 2012; Afiukwa ve ark., 2012). Fakat, bu antibesinlerin börülcedeki miktarları, yaygın olarak tüketilen nohutta bulunan miktarlara benzemektedir (OECD, 2016). Besin değeri fasulyeye benzemekle birlikte, folik asit değeri fasulyeden yüksek ve sindirimi engelleyen antimetabolitler ile kalın bağırsakta gaz oluşumuna neden olan faktörler daha azdır. Pişirme süresi fasulyeden daha kısadır (Özdemir, 2002).

Börülce bileşimi;

- Su: %12.0
- Protein: %24.6
- Yağ: %0.7
- Karbonhidrat: %55.7

- Selüloz: %3.8
- Kalsiyum %0.7
- Fosfor %0.49
- Demir %3.8
- Kalori 327 k.cal/100 g

YETİŞTİRİCİLİĞİ

Toprak ve iklim istekleri

Börülce toprak isteği bakımından pek seçici değildir. Börülce kumlu topraklardan ağır killi topraklara kadar değişik toprak tiplerinde yetişir. Tane verimi açısından drene edilmiş, uygun bakteri aşılınmış ve orta derecede verimli topraklar tercih edilir (Şehirali, 1988). Kuvvetli nemli topraklar fazla vejetatif gelişmeye neden olduğu için daha çok hayvan yemi olarak ot verimini yüksek tuttuğundan dolayı tercih edilir. Bu tip topraklarda tane verimi az olur. Tuzlu ve alkali topraklarda ise verim düşük olur (Sözen, 2022).

Börülce tek yıllık bir sıcak iklim bitkisidir. *Vigna* grubuna giren çeşitlerin büyük çoğunluğu kısa gün bitkisidir. Fakat gün nötr çeşitler de vardır. Fotoperiyoda hassastır, optimum ışıklenme süresi 8-14 saattir (Özdemir, 2002). Börülce düşük sıcaklığa fazla duyarlı olup, 1 °C'de dahi zarar görebilmektedir. Büyüme ve gelişmesini normal tamamlayabilmesi için yeterli sıcaklık ve nem bulunmasını ister. Çok kurak koşullarda börülce çok az gövde ve çok sayıda tane meydana getirir. Çiçeklenme devresinde optimum sıcaklığın üzerindeki sıcaklıklar meyve bağlamayı olumsuz etkiler. Börülcenin en yüksek

kuru madde üretimi için gerekli sıcaklık gündüz 27 °C, gece ise 22 °C olmalıdır (Şehirali, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009). İklim istekleri fasulyeye benzemekle birlikte fasulyeden daha yüksek sıcaklıkları (30-35 °C) tolere edebilir. Fakat, yüksek sıcaklıklarda çiçek silkme oranı artar (Özdemir, 2002).

Kültürü

Ülkemizde börülceye uygulanan kültürel tedbirler, fasulyeye uygulanan kültürel tedbirlerin hemen hemen aynısıdır. Makineli tarımın yaygın olduğu gelişmiş ülkelerde börülce çoğunlukla bir yem bitkisi olarak yetiştirilir. Mısır yetiştirilen bölgelerde börülce geniş alanlarda ya mısırla birlikte silaj için ya da mısırın yerinde yetiştirilir. Pamuk ve tahıllarla ekim nöbetine sokulması iyi netice vermektedir. Tane ürünü veya ot ürünü olarak kullanım amacına göre uygulanacak işlemler (çeşit seçimi, ekim zamanı, bakım ve hasat işlemleri) değişiklik göstermektedir. Çeşit seçiminde çeşidin vejetasyon periyodunun yörenin iklim koşullarına uygun dönemi içerisinde sığması gereklidir (Sözen, 2022).

Toprak hazırlığı

Börülcede tohum yatağı sıkı, keseksiz, kaba çöplerden arı ve yeterli miktarda nem içermelidir. Bitki ilkbaharda geç ekilecekse toprağın erken sürülmesi gereklidir. Nemli topraklarda ya da ağır killi topraklarda erken ilkbahar işleme derin yapılmalıdır. Daha sonra ikinci bir toprak işleme ile toprak düzeltilir. Eğer ekim kışlık tahıllardan sonra yapılacaksa, bu kez yüzlek toprak islemesinden sonra hemen

düzenlenip ekime hazırlanmalıdır (Şehirali, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009).

Ekim zamanı ve yöntemleri

Börülce ön bitki bakımından seçici değildir, ekimi ya tahıl hasat edilince ikinci ürün olarak ya da ilkbaharda topraklar çimlenme için gerekli sıcaklığa erince birinci ürün olarak yapılır (Özdemir, 2002; Sözen, 2022). Börülcede toprak tamamen ısınmadan ekilmemelidir. İlkbahar geç donları geçtikten sonra ekim yapılmalıdır. Börülcede ekim zamanı büyük ölçüde bitkinin yetiştirilme amacına bağlıdır. Kuru tane üretimi için yapılan yetiştiricilikte ülkemizde ekim zamanı nisan sonu mayıs başıdır. Vejetasyon süresi uygun olan yörelerde börülce kışlık tahıllardan sonra ikinci ürün olarak yetiştirilecekse, bu bitkilerin hasadından hemen sonra ekilmelidir (Şehirali, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009). Haziran başından itibaren yapılan ekimlerde verim gittikçe düşmektedir (Özdemir, 2002):

Börülce yetiştiriciliğinde serpmeye ekim iyi sonuç vermez. Uygun ekim yöntemi sıralar halinde mibzer ile yapılan ekimdir. Sıraya ekim, gübrenin etkili bir şekilde uygulanmasına olanak sağlaması yanında yabancı ot kontrolü ve hasadı da kolaylaştırmaktadır (Şehirali 1988). Ekimde uygulanacak sıra arası ve sıra üzeri aralıklarının seçiminde çeşidin botanik özellikleri ve tohumun özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır (Sözen, 2022). Fazla büyüyen ve yatık gelişen çeşitlerin seyrek ekilmesi, dik büyüyen ve yem amacıyla üretilecek çeşitlerin daha sık ekilmesi gereklidir (Özdemir, 2002). Yaygın çeşitlerde sıra arası 70 cm, sıra üzeri ise 20 cm olacak şekilde ayarlanır.

Ekim derinliği tohumun iriliğine göre değişmekle birlikte (Sözen, 2022), genellikle 4-5 cm'dir (Çiftçi ve Adak, 2009).

Börülce yetiştiriciliğinde birim alana atılacak tohumluk miktarı çeşidin gelişme formuna, tane büyüklüğüne ve ekim yöntemine göre değişmektedir. Küçük taneli çeşitlerde daha az, iri taneli çeşitlerde daha fazla tohumluğa ihtiyaç vardır. Dekara atılacak tohumluk miktarı dik gelişen çeşitlerde 3-6 kg, sarılıcı formlarda ise 2-3 kg'dır. Serpme ekimlerde bu miktarlar dekara 9-15 kg arasındadır (Şehirli, 1988; Çiftçi ve Adak, 2009).

Sulama

Börülcenin su isteği yüksektir, yağışların yetersiz olduğu durumlarda, sıcak ve kurak koşullarda sulamanın ihmal edilmemesi gereklidir. Nemli toprak ve yağışların yeterli olduğu koşullarda sulamadan yetiştirilebilir. Sulama yapılacaksa, toprağın su tutma özelliği de dikkate alınarak 2-3 haftada bir sulamanın yapılması (Özdemir, 2002), özellikle çiçeklenme döneminde sulamanın ihmal edilmemesi (Sözen, 2022) ve bakla bağlamadan sonra sulamaya son verilmesi gereklidir. Börülce bitkisi kuraklığa da dayanıklılık gösterir ve kuraklığa dayanıklılık mekanizması stomaların kapanması ve stoma iletkenliğinin azaltılması ile sağlanır. Bu sayede yaprakların su potansiyeli yüksek olur (Özdemir, 2002). Börülce kurağa dayanıklılığı nedeniyle yarı nemli veya yarı kurak koşullarda yetiştirilmektedir (Şehirli, 1988).

Gübreleme

Gübreleme yapılmasının amacı, toprakta yeterli miktarda bulunmayan bitki besin elementlerinin bitki tarafından alınmasını sağlamaktır. Bitkinin ihtiyaç duyduğu gübre miktarının ve gübre içeriğinin belirlenebilmesi için ekimden önce tarlanın 0-30 cm ve 30-60 cm derinliklerden toprak örnekleri alınarak toprak tahlili yaptırılmalıdır. Yapılan toprak analizi sonucuna göre uygun miktarda gübre verilmesi en doğrusudur (Kaydan ve ark., 2005).

Börülce fazla miktarda kuru madde ürettiğinden topraktan kaldırdığı mineral madde miktarı yüksektir. Çeşit ve yetiştirme koşullarına göre değişmekle birlikte, ekimle birlikte 4-6 kg/da P_2O_5 , toprakta yetersiz ise 5 kg/da K_2O ve bitkinin ilk dönemlerinde hızlı gelişmeyi destekleyecek şekilde 1.5-3 kg/da azotlu gübrenin verilmesi gerekmektedir. Toprakta *Rhizobium* bakterisinin bulunmadığı ve aşılamanın yapılmadığı durumlarda yüksek azot dozu verimi arttırır, fakat aşılama yapılırsa fazla miktarda azotlu gübre verilmesine gerek yoktur (Özdemir, 2002). Börülce yetiştiriciliğinde fosfor, azot ve potasyumdan daha etkili olmaktadır (Şehirli, 1988). Gübrenin ekimle birlikte ve tohum sıralarının altına bant şeklinde verilmesi diğer uygulamalardan yararlıdır (Özdemir, 2002; Sözen, 2022).

Bakım

Ekim yapıldıktan sonra yağış fazla olduğu dönemlerde kaymak tabakası oluşursa kırılmalıdır (Şehirli, 1988). Bütün baklagil bitkilerinin gelişmelerin ilk dönemlerinde yabancı otlarla rekabeti düşüktür. Bu

nedenle özellikle bitkinin ilk gelişme dönemlerinde tarla yabancı otlardan arındırılmış olmalıdır. Yabancı ot kontrolü elle çapalama, mekanik yolla kontrol ve selektif herbisitlerle olabilir. Yabancı ot kontrolünde en pratik yöntem elle çapalamadır. Ancak, börülce fideleri ilk dönemlerinde kırılgandır ve bu nedenle zarar görmemelerine dikkat edilmelidir. Tarlada ot yoğunluğu fazla, zaman da sınırlı ise, selektif herbisitler kullanılabilir. Bitkiler büyüdükten sonra yabancı otları bastırır ve otlanma problem olmaz (Özdemir, 2002). Ayrıca, yetiştirme dönemi boyunca bitkiye zarar veren hastalık ve zararlılara karşı tarımsal ilaçlar kullanılarak önlem alınır (Şehirali, 1988).

Hasat ve Harman

Börülce bitkisi yetiştirme amacına göre değişik büyüme zamanlarında hasat edilir. Yem amacı ile yetiştirilen ürünün hasadı, baklaların çoğunun tam geliştiğinde ve birkaç baklanın sarıya dönmeye başladığında yapılmalıdır. Bundan önce yapılan hasatlarda yeşil aksamın soldurulması güçleşir ve yem verimi düşer, geç yapılan hasatlarda ise yaprak dökülmesi artar ve kuru aksamın selüloz oranı yüksek olur. Yeşil bakla hasadı için en uygun zaman bakla oluşumundan 10-15 gün sonrasındır, bu zamanda bakla büyüklüğü, tohum ağırlığı ve protein içeriği en yüksek değerlere ulaşır. Kuru tohum için hasat baklalar sararmayı bitirip, kurumaya başladığı an yapılmalıdır. Bazı çeşitlerde yeşil ve kuru baklalar aynı bitkide bulunabilir, bu durumda önce olgunlaşan baklaların hasat edilmesi çatlamadan doğabilecek hasat kayıplarını önlemesi bakımından önemlidir (Özdemir, 2002). Erken hasatta tane kurumaz, buruşuk kalır

ve çimlenemez. Geç hasatta da tane kaybı çatlama ile fazla olduğundan verim düşük olur (Çiftçi ve Adak, 2009; Sözen, 2022).

Tohum için hasat ülkemizde ya elle yolunarak ya da orakla biçilerek yapılmaktadır. Hasat sabahın erken saatlerinde veya hava kapılı iken yapılmalıdır. Sıralar birleştirilip kurutulur. Harman yerine getirilip fasulyede olduğu gibi ya uygun bir harman makinesi ya da sopalarla vurularak yapılmaktadır (Çiftçi ve Adak, 2009; Sözen, 2022). Kuruma sırasında tohumların nem içeriğinin %10'a kadar düşürülmesi sağlanır, böylece tohumlar uzun süre bozulmadan muhafaza edilir (Özdemir, 2002).

Yenilebilir tane baklagil olarak üretilen börülce çeşitlerinde tane verimi çok değişkendir. Ülkemizin birçok yerinde yapılan çalışmalarda tane verimleri 500 kg/ha ile 3000 kg/ha arasında değişmektedir (Ceylan ve Sepetoğlu, 1980; Gülümser ve ark., 1989; Peksen ve Artık, 2004; Başaran ve ark., 2011; İdikut ve ark., 2019; Can ve ark., 2021).

KAYNAKLAR

- Altınbaş, M., Sepetoğlu, H. (1993). Börülce (*Vigna unguiculata* L.) populasyonunda tane verimini etkileyen öğelerin belirlenmesi üzerinde bir araştırma. *Turkish Journal of Agricultural and Forestry* 17(3): 775-794
- Başaran, U., Ayan, İ., Acar, Z., Mut, H., Önal Aşçı, Ö. (2011). Seed yield and agronomic parameters of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) genotypes grown in the Black Sea Region of Turkey. *African Journal of Biotechnology* 10: 13461-13464
- Boukar, O., Massawe, F., Muranaka, S., Franco, J., Maziya-Dixon, B., Singh, B., Fatokun, C. (2011). Evaluation of cowpea germplasm lines for protein and mineral concentrations in grains. *Plant Genetic Resources*, 9(4): 515-522
- Boukar, O., Fatokun, C.A., Roberts, P.A. et al. (2015). Cowpea. In: De Ron, A.M. (ed) Grain Legumes, Handbook of Plant Breeding. Springer, New York, pp 219-250
- Boukar, O., Belko, N., Chamarthi, S., Togola, A., Batiemo, J., Owusu, E., Haruna, M., Diallo, S., Umar, M.L., Olufajo, O., Fatokun, C. (2019). Cowpea (*Vigna unguiculata*): Genetics, genomics and breeding. *Plant Breeding* 138: 415-424
- Can, M., Kaymak, G., Şahin, M., Acar, Z., Ayan, İ. (2021). Forage Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). In: Kökten, K., Seydosoğlu, S. (eds) Legumes Processing and Potential, İksad, Türkiye, pp 101-126, 978-625-8423-42-6
- Ceylan, A., Sepetoğlu, H. (1983). Börülcede (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) çeşit-ekim zamanı üzerinde araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20: 25-40
- Çiftçi, C.Y., Adak, M.S. (2009). Yemelik Tane Baklagiller. In: Geçit, H.H. ve ark. (eds), Tarla Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara
- FAOStat, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>, (Erişim tarihi: 07.09.2022)
- Gülümser, A., Tosun, F., Bozoğlu, H. (1989). Samsun ekolojik koşullarında börülce yetiştirilmesi üzerinde araştırmalar. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 4(1-2): 49-65

- Herniter, I.A., Muñoz-Amatriaín, M., Close, T.J. (2020). Genetic, textual, and archeological evidence of the historical global spread of cowpea (*Vigna unguiculata* [L.] Walp.). *Legume Science* 2: e57
- İdikut, L., Zulkadir, G., Polat, C., Çiftçi, S., Önem, A.B. (2019). Farklı lokasyonlarda ve ekim zamanlarında yetiştirilen börülcenin agromorfolojik özellikleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi* 22: 164-169
- Kaydan, D., Yağmur, M., Engin, M. (2005). Kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) yetiştiriciliğinde farklı ekim sıklığı ve fosforlu gübre dozlarının tane verimi ve verim öğeleri üzerine etkileri. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 20(1): 59-68
- OECD, (2016). Cowpea (*Vigna unguiculata*), in Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment, Volume 6: OECD Consensus Documents, OECD Publishing, Paris
- Padulosi, S., Ng, N.Q. (1997). Origin, taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: Singh, B.B. ve ark. (eds) Advances in Cowpea Research, Japan International Research Center for Agricultural Sciences and IITA, Ibadan, Nigeria, 1-12
- Pasquet, R.S. (1997). A new subspecies of *Vigna unguiculata*. *Kew Bulletin* 52(4): 840
- Pasquet, R.S. (1999). Genetic relationships among subspecies of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. based on allozyme variation. *Theoretical and Applied Genetics* 98(6): 1104-1119
- Pekşen, E., Artık, C. (2004). Comparison of some cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) genotypes from Turkey for seed yield and yield related characters. *Journal of Agronomy* 3: 137-140
- Post, G.E. (1932). Flora of Syria, Palestine and Sinai. *American Press, Beirut*. 1: 436-437
- Samireddypalle, A., Boukar, O., Grings, E., Fatokun, C. A., Kodukula, P., Devulapalli, R., Blümmel, M. (2017). Cowpea and groundnut haulms fodder trading and its lessons for multidimensional cowpea improvement for mixed crop livestock systems in West Africa. *Frontiers in Plant Science*, 8: 30.

- Saunders, A.R. (1960). Inheritance in the cowpea (*Vigna sisnensis* Endl.). I. Color of the seed coat. *South African Journal of Agricultural Science* 2(3): 285-307
- Sozen, O., Karadavut, U. (2016). A Study on the Determination of Yield Properties and Factors that Affect the Yield in Cowpea under Kırsehir/Turkey Ecological Conditions. *VII International Scientific Agriculture Symposium "Agrosym 2016"*. 06-09 October, P.343-351. Jahorina, Bosnia and Herzegovina
- Sreerama Y.N., Sashikala, V.B., Pratapa, V.M., Singh, V. (2012). Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry* 131(2): 462-468
- Afiukwa, C.A., Ogah, O., Ibiama, C.O., Aja, P.M. (2012). Characterization of cowpea cultivars for variations in seed contents of some anti-nutritional factors (ANFs). *Continental Journal of Food Science and Technology* 6(1): 25-34
- Sözen, Ö. (2022). Yemeklik Tane Baklagiller Ders Notları
- Singh, V., Singh, A. K., Singh, M. K., Raghuvanshi, T., Singh, U. (2017). Morphological and yield traits of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) under integrated nutrient management. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(10): 3402-3407
- Şehirli, S. (1988). Yemeklik Tane Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ankara
- Tshovhote, N.J., Nesamvuni, A.E., Raphulu, T., Gous, R.M. (2003). The chemical composition, energy and amino acid digestibility of cowpeas used in poultry nutrition. *South African Journal of Animal Science* 33(1): 65-69
- TTSM, (2022). Milli Çeşit Listesi, <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=85>, (Erişim tarihi: 07.09.2022)
- TÜİK (2022). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=210&locale=tr>, (Erişim tarihi: 07.09.2022)
- Vavilov, N.I. (1935). The origin variation, immunity, and breeding of cultivated plants. *Chronica Botanica*, 13: 1-364
- Wight, W.F. (1907). The history of the cowpea and its introduction into America. *USDA, Bur. Plant Indus. Bulletin* 102(4): 22

- Wortman, S.E., Dawson, J.O. (2015). Nitrogenase activity and nodüle biomass of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) decrease in cover cropmixtures. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 46(11): 1443-1457
- Xu, P., Wu, X.H., Wang, B., Luo, J., Liu, Y.H., Ehlers, J.D., Close, T., Roberts, P., Lu, Z.F., Wang, S., Li, G. (2012). Genome wide linkage disequilibrium in Chinese asparagus bean (*Vigna unguiculata* ssp. *sesquipedialis*) germplasm: Implications for domestication history and genome wide association studies. *Heredity* 109(1): 34-40

BÖLÜM 12

BÖRÜLCE (*Vigna unguiculata* L.) ISLAHI

Arş. Gör. Yeter ÇİLESİZ¹

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA²

Dr. Öğr. Üyesi Asuman KAPLAN EVLİCE³

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye. yetercilesiz_mbg@hotmail.com

ORCID NO: 0000-0002-4313-352X

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. feryalsarikaya@gmail.com

ORCID NO: 0000-0001-7277-1128

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye. asuman.kaplanevlice@sivas.edu.tr, ORCID NO: 0000-0002-0344-6767

GİRİŞ

Börülce, (*Vigna unguiculata* L.), birçok tropikal ve subtropikal bölgede milyonlarca kişinin gelir, gıda ve beslenme güvencesini sağlamak amacıyla yetiştirilip tüketilen önemli bir baklagil bitkisidir. Ayrıca geniş getiren hayvanlara yem temin etmek amacıyla yetiştirilmekte ve çiftçiler için gelir kaynağı olmaktadır. Börülce, havadaki serbest azotu yetiştirdiği toprakta tutarak, hem büyüme ve gelişimi için kullanır hem de toprağı organik madde bakımından zenginleştirerek kendinden sonra ekilecek bitkiye yararlı bir ortam bırakır. Ayrıca toprağı örterek toprak erozyonunu azaltmaya yardımcı olur (Boukar ve ark., 2019).

Börülce taneleri %32 oranında ve olgun yeşil yapraklar (kuru ağırlık bazında) %29-43 oranında protein içerirken, genç yapraklarda bu oran daha fazladır (Nielsen ve ark., 1997). Ayrıca börülce bitkisi karbonhidrat, mineral madde, lizin, metionin ve triptofan gibi amino asitler bakımından oldukça zengindir. Gelişmekte olan ülkelerde insan beslenmesinde protein kaynağı olarak kullanılmaktadır. Başta Kenya ve Tanzanya olmak üzere birçok Doğu Afrika ülkesinde ve farklı kültürlerde, taneleri ezilip un olarak, yaprakları ise sebze olarak kullanılmaktadır (Boukar ve ark., 2011; Lambot, 2002).

Börülce, iklim koşullarına, halkın sosyoekonomik durumuna, etnik kültürüne ve geleneklerine bağlı olarak dünyanın farklı birçok bölgesinde (Brezilya, Benin, Botsvana, Çad, Gana, Sierra Leone, Güney Sudan ve Togo) yetiştirilmektedir. Tarımsal uygulamalar, ekonomik zorluklar, biyotik ve abiyotik stres faktörleri börülce yetiştiriciliğini olumsuz yönde etkilemektedir. Yetiştiriciler son

zamanlarda, börülcenin yem kalitesi ve verimini artırmak için üstün performansa sahip çeşitlerin geliştirilmesine yönelik çalışmalara yoğunlaşmıştır. Olumsuz çevre koşullarına, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine karşı dayanıklı çeşit geliştirmeye yönelik çalışmalarda, klasik ve modern ıslah yöntemleri kullanılmaktadır (Samireddypalle ve ark., 2017; Boukar ve ark., 2019).

Biyotik stres

Biyotik stres faktörleri; bitki zararlılarının (fungus, nematod, böcek, yabancı otlar, bakteri ve virüs gibi) saldırısı sonucu oluşan faktörlerdir. Biyotik stres faktörlerine maruz kalan bitkide hasat öncesi ve sonrası ürün kayıpları olmaktadır. Böcek zararlıları, uygun böcek öldürücülerin bulunmadığı veya çiftçiler tarafından satın alınmadığı tropik bölgelerin çoğunda börülce üretimi için en sınırlayıcı faktör olarak kabul edilmektedir. Böcekler, fide aşamasından depodaki tohuma kadar börülceye saldırmaktadır. Bazı durumlarda ise farklı zararlı grupları börülce bitkisini aynı anda istila etmektedir (Jackai ve Adalla, 1997). Çiçeklenme zamanı karşılaşılan en önemli böcek zararlıları *Megalurothrips sjostedti* Trybom ve *Maruca vitrata* Fabr.'dir. Ayrıca *Maruca vitrata*, *Clavigralla* spp., *Acanthomia* spp. ve *Riptortus* spp. börülce kabuklarına ve içerdiği tohumlara büyük oranda zarar vermektedir. Depolama sırasında tohuma en çok zarar veren *Callosobruchus maculatus* Fabr.'dir (Boukar ve ark. 2013, 2015).

Fide aşamasında börülceyi istila eden zararlılar: *Aphis craccivora* C.L. Koch, *Ophiomyia* spp., *Empoasca* spp., *Ootheca* spp., *Medyrthia* spp. ve *Amsacta moloneyi* Druce'dir (Jackai ve Daoust, 1986). Bakteriyel

(bakteriyel yanıklık), fungal (antraknoz, Macrophomina, Fusarium solgunluğu, Cercospora yaprak lekesi, Septoria yaprak lekesi) ve viral (börülce yaprak biti kaynaklı mozaik) hastalıklar, bürölcede büyük oranda verim kaybına sebep olmaktadır (Boukar ve ark. 2013, 2015).

Abiyotik stres

Bürölce, kuraklığa karşı dayanıklı bir bitki olmasına rağmen, uzun süren sıcak hava koşullarından olumsuz etkilenmektedir (Hall ve Patel, 1985). Özellikle gece sıcaklığının 20 °C'nin üzerine çıkması bürölce verimini düşürmektedir. Yüksek sıcaklıklara maruz kaldığında polenler canlılığını kaybetmekte ve çiçek oluşumu azalmaktadır (Hall, 2004). Yapılan bir çalışmada, gece boyunca 16 °C'nin üzerine çıkan her 1 °C'lik sıcaklıkta ürün veriminde %4-14 arasında azalma meydana geldiği bildirilmiştir (Hall, 2004). Sıcaklık stresi dışında, toprak verimliliği de bürölce yetiştiriciliğini etkileyen önemli bir faktördür. Düşük organik madde ve fosfor içeriğine sahip topraklarda üretim azalmaktadır. Araştırmacılar, toprak veriminin su stresine kıyasla bürölce yetiştiriciliğini daha çok sınırlandırdığını tespit etmişlerdir (Penning de Vries ve Djiteye, 1991).

Bürölce ıslahına genel yaklaşım

Araştırmacılar bürölce ıslahında verim ve verim özellikleri üzerine yoğunlaşmışlardır. Bakla sayısı fazla, danesi büyük, derin köklü, kısa vejetasyon süresine sahip, hastalık ve zararlılara dayanıklı yeni çeşitlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca dane rengi beyaz, su alma kapasitesi yüksek, protein oranı yüksek lezzetli çeşitler tüketici

tarafından daha çok tercih edilmektedir. Çeşit geliştirirken bu özellikler göz önünde bulundurulmalıdır.

Börülce kendine döllen bir bitkidir. Islah çalışmaları ile yeni çeşitler geliştirmek için seleksiyon, melezleme ve introdüksiyon yöntemleri kullanılmaktadır. Melezleme ıslahında, teksele seçme (pedigri) ve genetik erkek kısırılığından yararlanılarak yapılan popülasyon ıslahı olmak üzere iki yönlü çalışmalar yapılmaktadır. Yeni börülce çeşitleri geliştirmek amacıyla farklı yetiştirme metodolojilerinden yararlanılmıştır. Yetiştirme programlarının başlangıcında, kitlesel seleksiyon ve saf hat yaklaşımları kullanılarak birçok çeşit elde edilmiştir (Şehirli, 1988). Arazide denemeler kurularak iyi performans gösteren tek bitkiler seçilmiştir. Yapılan seleksiyonu birkaç kez tekrarlamak adına seçilen tek bitkilerin tohumları ile bir popülasyon oluşturulmuştur. Saf hat ıslahı için, seçilen her bitkiden alınan tohumlar, tek sıra olarak ekilmiştir. Verimi yüksek olan sıralardaki tohumlar yeni çeşit geliştirilmek üzere üstün hatlar olarak belirlenmiştir. Yetiştirme programının amacına bağlı olarak, iki veya daha fazla hat arasında tek veya çoklu çaprazlamalar yapılarak farklı popülasyonlar geliştirilmiştir. Pedigri melezleme yöntemi birçok börülce yetiştirme programında büyük ölçüde kullanılmaktadır. Bu yöntemin kısa vadede istenilen özelliklere sahip veya hastalıklara dayanıklı çeşitler geliştirmek için uygun olduğu kanıtlanmıştır (Fery 1985).

Genetik erkek kısırlığından yararlanarak yapılan popülasyon ıslahı, elle yapılan kısırlaştırma ve tozlama işlemlerinin başarısıyla orantılı olarak çeşitlere aktarılabilmektedir. Nijerya’da IITA (International Institute of Tropical Agriculture) enstitüsü, genetik ve mekanik erkek kısırlığı olmak üzere iki yabancı dölleme mekanizması tespit etmiştir (Rachie ve ark., 1975; Rawal, 1975). Böylece bürülcede melezleme programlarında elle ve bal arılarıyla etkin ve hızlı yabancı dölleme olanakları artmış ve kontrol için gerekli tohumluk miktarı azalmıştır (Mehta ve Zaveri (1997)

Özel koşullar, özel teknikler ve beceri gerektiren klasik ıslah çalışmaları ile çeşit geliştirmek on yıldan fazla sürmektedir (Ehlers ve ark., 2012). Genomik devrimin ortaya çıkması ile moleküler teknikler kullanılmaya başlanmış ve çeşit geliştirme çalışmalarının süresi kısaltılmıştır. Günümüzde ise klasik ıslah yöntemlerini tamamlayıcı özelliğe sahip yeni moleküler ve biyoteknolojik yöntemler kullanılmaktadır.

Kullanılan bu yöntemlerde, kalitatif ve kantitatif özellikleri ıslah etmek, seleksiyon yapmak, genom haritasını çıkarmak, çeşit geliştirilmek veya genotipler arası genetik uzaklığı belirlemek için moleküler markörlerden yararlanılmaktadır (Bilgin ve Korkut, 2005).

Moleküler markörler, genomda herhangi bir gen bölgesi ya da gen bölgesi ile ilişkili DNA parçasıdır. DNA markörleri farklı genotiplere ait DNA diziliş farklılığını çeşitli şekillerde ortaya koyan markörlerdir. Moleküler markörler, genom analizlerinde ıslahçılar için ihtiyaç duyulan bir alandır. Bu markörler kullanılarak genotipler arasındaki

akrabalık ilişkisi saptanabilmektedir. Moleküler markör yöntemleri DNA molekülündeki bir özelliğe ait gen bölgesinin farklı formlarını ifade eden polimorfik bölgelerin saptanması prensibine dayanmaktadır (Botstein ve ark., 1980; Williams ve ark., 1990).

Moleküler markörlerin kullanım alanları: (Rafalski ve ark., 1996; Lowe ve ark., 1996),

- QTL (Quantitative Trait Loci) analizleri
- Genetik haritalama
- Kültür çeşitlerinin tanımlanmasında veya yeni geliştirilen çeşitlerin koruma altına alınmasında
- Genotipler arasındaki genetik akrabalık düzeylerinin belirlenmesinde
- Gen kaynaklarının karakterizasyonunda
- İslah programında kullanılacak ebeveynlerin belirlenmesinde
- Abiyotik ve biyotik stres faktörleri ile ilişkili genom bölgelerinin belirlenmesinde

Markör destekli seleksiyon (MAS) çalışmaları ile ıslah çalışmaları daha kısa sürede ve daha az işgücü ile tamamlanabilmekte ve klasik ıslaha nazaran daha küçük popülasyonlar yeterli olmaktadır (Gupta ve Rustgi, 2004).

Kullanılan yöntemler bakımından moleküler markörler, Polimeraz Zincir Reaksiyonuna (SSR, AFLP, RAPD, ISSR, SNP) ve Hibridizasyona dayalı markörler (RFLP) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Günümüzde markör destekli ıslah çalışmaları çoğunlukla geriye

melezleme yönteminde uygulanmaktadır (Yıldırım, 2005). MAS (Markör Destekli Seleksiyon), önemli agronomik özellikleri ifade eden genlerle ilişkili moleküler markörlerin kullanılması esasına dayanmaktadır. MAS uygulanan bitki ıslahı çalışmaları, klasik ıslah çalışmalarındaki seleksiyon hızını ve etkinliğini artırma yönünde önemli ilerlemeler sağlamaktadır. Birçok agronomik özelliğin genetik bağlantı haritasının oluşturulmasındaki amaç, agronomik özelliklerin genomdaki pozisyonlarını belirlemek ve seleksiyon yapabilmek için incelenen özellikle ilişkili markörleri tanımlamaktır. MAS yardımıyla F2 ve F3 basamaklarındaki genetik kaynakların tespit edilebilmesi, ıslah çalışmalarına önemli avantajlar sağlamaktadır.

Moleküler markörlerin bitki ıslahında kullanımı ile geri melez ıslahı, gen piramitlerinin oluşturulması, resesif genlerin seleksiyonu, yabancı gen kaynaklarından gen transferleri ve erken seleksiyon gibi avantajlar sağlanarak klasik ıslahın etkinliği artırılmakta, böylece yeni çeşitlerin geliştirilmesi hız kazanmaktadır. Moleküler markör uygulamaları tek başına klasik ıslahın yerine kullanılamamakla birlikte, klasik ıslahın başarısını artıran tamamlayıcı ve destekleyici teknikler olarak kabul edilmektedir. Gelişen moleküler markör teknolojisi ve markör destekli seleksiyon teknikleri ile bitki ıslah çalışmaları çok daha kısa sürede başarılı ve güvenilir sonuçlara ulaşabilecektir.

KAYNAKLAR

- Bilgin, O., Korkut, K.Z., (2005) Bazı Ekmeklik Buğday (*Triticum aestivum* L.) Çeşit ve Hatlarının Genetik Uzaklıklarının Belirlenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 2005 2(3).
- Botstein, D., White, R., Skolnick, M. and Davis, R.W. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms, *Am. J. Of Human Genetic*, 32; 314-331.
- Boukar, O., Bhattacharjee, R., Fatokun, C., Kumar, P.L., & Gueye, B. (2013). *Genetic and genomic resources of grain legume improvement: 6. Cowpea*. Elsevier Inc. Chapters.
- Boukar, O., Fatokun, C.A., Roberts, P.A., Abberton, M., Huynh, B.L., Close, T.J., ... & Ehlers, J.D. (2015). Cowpea. In *Grain legumes* (pp. 219-250). Springer, New York, NY.
- Boukar, O., Massawe, F., Muranaka, S., Franco, J., Maziya-Dixon, B., Singh, B., & Fatokun, C. (2011). Evaluation of cowpea germplasm lines for protein and mineral concentrations in grains. *Plant Genetic Resources*, 9(4), 515-522.
- Boukar, O., Togola, A., Chamarthi, S., Belko, N., Ishikawa, H., Suzuki, K., & Fatokun, C. (2019). Cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] breeding. In *Advances in plant breeding strategies: Legumes* (pp. 201-243). Springer, Cham.
- Ehlers, J.D., Diop, N.N., Boukar, O., Muranaka, S., Wanamaker, S., & Issa, D. (2012). Modern approaches for cowpea breeding. *Boukar, Ousmane; Coulibaly, O; Fatokun, C; Lopez, M*, 5-18.
- Fery, R.L. (1985). Improved cowpea cultivars for the horticultural industry in the USA. *Cowpea research, production and utilization*, 129-135.
- Gupta, P.K. and Rustgi, S., (2004). Molecular markers form the transcribed/expressed region of the genome in higher plants. *Funct Integr Genomics*, 4, 139-162.
- Hall, A.E. (2004). Comparative ecophysiology of cowpea, common bean, and peanut. In *Physiology and biotechnology integration for plant breeding* (pp. 243-287). CRC Press.

- Hall, A.E., & Patel, P.N. (1985). Cowpea breeding for resistance to drought and heat. Department of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside.
- Jackai L.E.N., Daoust, R.A. (1986) Insect pests of cowpea. *Annu Rev Entomol* 31:95–119
- Jackai, L.E.N., & Adalla, C. (1997). Pest management practices in cowpea: a review.
- Lambot, C. (2002). Industrial potential of cowpea. Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production, 367-375.
- Love, J.M., Knight A.M., Mcaleer, M.A. and Todd, J.A., (1990). Towards construction of a high-resolution map of the mouse genome using PCR analysed microsatellites. *Nucleic Acids Res.*, 21; 1111-1115.
- Mehta, D.R., Zaveri, P.P. (1997) Single seed versus single plant selection in cowpea. *Legume Res* 20(2):130–132
- Nielsen, S.S., Ohler, T.A., & Mitchell, C.A. (1997). Cowpea leaves for human consumption: production, utilization, and nutrient composition. *Advances in cowpea research. Co-publication of International Institute of Tropical Agriculture (IITA) and Japan International Center for Agricultural Sciences (JIRCAS), IITA, Ibadan, Nigeria.*
- Penning de Vries, F.W.T., Djiteye, M.A. (1991) La productivité des pâturages sahéliens: une étude des sols, de la végétation et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Center for Agricultural Publishing and Documentation (Pudoc-DLO), Wageningen
- Rachie, K.O., Rawal, K., Franckowiak, J.D., & Akinpelu, M.A. (1975). Two outcrossing mechanisms in cowpeas, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Euphytica*, 24(1), 159-163.
- Rafalski, J.A., Vogel, J.M., Morgante, M., Powell, W., Andre, C., & Tingey, S.V. (1996). Generating and using DNA markers in plants. In *Nonmammalian genomic analysis* (pp. 75-134). Academic Press.
- Rawal, K.M. (1975). Natural hybridization among wild, weedy and cultivated *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Euphytica*, 24(3), 699-707.
- Samireddypalle, A., Boukar, O., Grings, E., Fatokun, C. A., Kodukula, P., Devulapalli, R., ... & Blümmel, M. (2017). Cowpea and groundnut haulms

- fodder trading and its lessons for multidimensional cowpea improvement for mixed crop livestock systems in West Africa. *Frontiers in plant science*, 8, 30.
- Şehirli, S. (1988). *Yemelik dane baklagiller*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Williams, J.G.K., Kubelik, A.R., Livak, K.J., Rafalski, J.A. and Tingey, S.V., (1990). DNA Polimorphisms Amplified by Arbitrary Primers are Useful as Genetic Markers. *Nucl. Acids Res.*, 18, 6531-6535.
- Yıldırım, A., (2005). Molecular marker facilitated pyramiding of resistance genes for fungal diseases of wheat. Workshop on Genomics and Marker Assisted Selection (MAS) in Plant Breeding. 3-7 Ekim 2005 (Sunulu Bildiri), İzmir.

BÖLÜM 13

YEMEKLİK TANE BAKLAGİLLERDE ZARARLILAR VE NEMATODLAR

Doç. Dr. Emre EVLİCE¹

Dr. Öğr. Üyesi Pervin ERDOĞAN²

Arş. Gör. Muhammed TATAR³

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas. emre.evlice@sivas.edu.tr

Orcid ID: 0000-0001-6402-0287

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas. pervinerdogan@sivas.edu.tr

Orcid ID: 0000-0001-5553-4876

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas. mtatar@sivas.edu.tr

Orcid ID: 0000-0002-8312-8434

YEMEKLİK TANE BAKLAGİLLERDE ZARARLILAR

Ülkemiz toplam tarım alanlarının %4,6'sını kapsayan yemelik baklagil bitkileri, gerek sahip oldukları yüksek protein içeriği nedeniyle beslenme ve gerekse azot bağlama özelliklerinden dolayı ekim nöbeti sistemlerinde aranan bitkilerdir. Ülkemiz açısından önemli olan türler, fasulye, mercimek, nohut, bezelye, bakla ve börülcedir. Baklagil bitkileri yetiştirme döneminde ürün kaybına neden olan birçok hastalık ve zararlıların saldırısına maruz kalmaktadır. Zararlıların neden olduğu ürün kaybını ekonomik zarar eşliğinin altında tutabilmek için zararlı etmenlerle mücadele yapmak gerekmektedir. Mücadele yapılmadığı takdirde verim kaybı yıldan yıla ve bölgeden bölgeye değişmekle birlikte ortalama %60-80'e kadar ulaşabilmektedir (Gençtan ve ark., 2020). Zararlılarla mücadelenin başarılı bir şekilde yapılabilmesi için zararlıların tanımının ve biyolojisinin çok iyi bilinmesi, konukçu ve popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak uygun mücadele araçlarının bir arada kullanılması gerekmektedir. Bu bölümde baklagiller zararlıları ve mücadelesi hakkında verilecektir.

Fasulyede (*Phaseolus vulgaris*) görülen önemli zararlılar

Fasulye yetiştirme döneminde *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Liriomyza trifolii*, *L. byroniaa*, *L. huidobrensis*, *Tetranychus urticae*, *T. cinnabarinus*, *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. fabae*, *Acanthoscelides obtectus*, *Thrips tabaci*, *Franklinella occidentalis*, *Empoasca decipiens*, *Asymmetrasca decipiens*, *Nezara viridula*, *Delia platura*, *Etiella zinckenella*, *Lampides boeticus* gibi

zararlılar mücadele yapılmadığı durumlarda üründe önemli oranda kalite ve ürün kaybı meydana getirirler (Anonim, 2008).

Baklada (*Vicia faba*) görülen önemli zararlılar

Baklanın önemli zararlıları *Bruchus rufimanus*, *Heliothis armigera* ve *Aphis fabae* olup bakla üretim alanlarında ekonomik anlamda zarar yapmaktadırlar (Anonim, 2008).

Bezelyede (*Cicer arietinum*) görülen önemli zararlılar

Bezelye yetiştirme döneminde ürün kaybına neden olan ana zararlılar *Bruchus pisorum*, *Liriomyza cicerine*, *Heliothis virescens*, *Agrotis segetum*, *Agrotis ipsilon*, *Sitona crinitus* ve *Thrips* spp.'dir (Anonim, 2008).

Börülcede (*Vigna unguiculata*) görülen önemli zararlılar

Börülcenin en önemli zararlıları arasında *Callosobruchus maculatus*, *Tetranychus urticae*, *Nezara viridula*, *Empoasca decipiens*, *Asymmetrasca decedens*, *Etiella zinckenella*, *Lampides boeticus* yer almaktadır (Anonim, 2008).

Mercimekte (*Lens culinaris*) görülen önemli zararlılar

Mercimek bitkisinde ürün kaybına neden olan birçok zararlı etmeni bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla, *Bruchus ervi*, *Bruchus lentis*, *Sitona crinitus*'dir (Anonim, 2008).

Nohutta (*Cicer arietinum*) görülen önemli zararlılar

Liriomyza cicerina, *Heliothis virescens*, *Agrotis segetum*, *Agrotis ipsilon*, *Sitona crinitus* ve *Thrips* spp. zararlıları nohut yetiştiriciliğinde önemli derecede ürün kaybına neden olmaktadır (Anonim, 2017c).

Baklagil tohum böcekleri

Bezelye tohum böceği (*Bruchus pisorum*)

Erginler oval şekilde ve siyah renkli olup, beyaz ve açık kahverenginde kısa ve sık tüylerle kaplıdır. Yumurtalar portakal renginde ve oval şekilde larvalar krem rengindedir. Zararlı bitkinin çiçeklenme döneminde görülür ve doğada çiftleşerek, yumurtalarını yeni oluşmuş kapsüllere bırakır. Embriyonun gelişmesi ile meydana gelen larva, salgı maddesini ve kapsül kabuğunu delerek tohuma girer. Tohumla beslenen larva, tohum kabuğuna doğru ilerleyerek kabukta pupa olur. Yılda 1 döl verir. Larvaların beslenmeleri sonucunda tanelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıplarına neden olurlar. Zarar görmüş tanelerin pazar değeri düşer. En önemli konukçusu bezelyedir (Anonim, 2008; Brindley, 1933; Blodgett, 2006).

Bakla tohum böceği (*Bruchus rufimanus*)

Erginler siyah renkli vücuda sahip olup yumurtalar oval şekilli ve krem rengindedir. Zararlı bitkinin çiçeklenme döneminde görülür ve doğada çiftleşerek, yumurtalarını yeni oluşmuş kapsüllere bırakır. Tohumla beslenen larva, tohum kabuğuna doğru ilerleyerek kabukta pupa olur. Yılda 1 döl verir. Larvaların beslenmeleri sonucunda tanelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıpları meydana gelir. Zarar görmüş

tanelerin pazar değeri düşer. Ana konukçusu bakladır (Roubinet, 2016; Anonim, 2008).

Mercimek tohum böceği (*Bruchus lentis*) ve Ortadoğu mercimek tohum böceği (*Bruchus ervi*)

Bruchus lentis, erginleri genel olarak gri renkliyen larvaları sarı-krem renkte olup başları açık, ağız parçaları koyu renktedir. Yumurtaları yuvarlak ve embriyonun bulunduğu uç hafifçe kabarıktır (Kergoat ve ark., 2007). *Bruchus ervi* yumurtaları açık sarı renkli, oval, bir ucu hafifçe kıvrık, larvaları tombul kıvrık olup bacaksızdır. Erginleri koyu kahverengi olup uzunca, basık ve silindir şeklindedir. Abdomene doğru koyu kahverengi ve beyaz renkli tüylerle kaplıdır. (Demir, 1985; Anonim, 2008). *Bruchus lentis* ve *B. ervi*, konukçularının çiçeklenme döneminde görülürler ve yumurtalarını tohumları oluşmuş yeşil kapsüllere bırakırlar. Embriyonun gelişmesi ile meydana gelen larva, yumurtayı kapsüle yapıştıran salgı maddesini ve kapsül kabuğunu delerek tohuma girer. Tohumda beslenen larva olgunlaşınca tohum kabuğuna doğru ilerleyerek pupa olur. Yılda 1 döl verir. Larvaları beslenmeleri sonucu tanelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıplarına neden olurlar ve ürünün pazar değeri düşer. Mercimek en önemli konukçusudur (Kergoat ve ark., 2004; Anonim, 2008).

Akdeniz mercimek tohum böceği (*Bruchus signaticornis*)

Erginler oval ve koyu kahverengi olup kanatlar üzerinde beyaz tüylerden oluşmuş iki veya bir bant bulunur. Yumurtalar portakal larvalar ise beyaz renklidir. Zararlıının larvaları, konukçuları olan

baklagil taneleri içinde beslenmeleri sırasında oyuklar meydana getirerek tanenin besin değerini düşürürler. Mercimekte önemli seviyede zarara neden olmaktadır (Demir, 1985; Anonim, 2008).

Fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus*)

Erginlerin vücudu uzunca oval ve biraz yassı olup, renkleri açık veya koyu kahverengindedir. Yumurtası oval ve uzundur. Yumurtadan çıkan larva bir süre tanenin üzerinde dolaştıktan sonra, tane kabuğunu delerek içine girer ve orada beslenir. Zararlıının larvaları konukçusu olan fasulye taneleri içinde beslenmeleri süresince oyuklar meydana getirerek tanenin besin değerini düşürdükleri gibi çimlenme gücü ve ağırlık kaybına neden olur. Fasulye, börülce, nohut ve mürdümük önemli konukçuları arasında yer almakta olup depolanmış baklagillerde önemli zararlara neden olurlar (Özdem, 1997; Anonim, 2008).

Börülce tohum böceği (*Callosobruchus maculatus*)

Uçan ve uçmayan olmak üzere iki formu olan börülce tohum böceğinin yumurtaları yuvarlak, krem rengindedir. Erginler yumurtalarını tarlada olgun kapsüllere, depoda kuru tohumlara bırakırlar. Tohumla beslenen larva, tohum kabuğuna doğru ilerleyerek kabukta pupa olur ve çıkan erginler tekrar yumurta bırakırlar. Yılda bölge koşullarına bağlı olarak 1-5 döl veren zararlıının larvalarının beslenmesi sonucunda tanelerde kalite, çimlenme gücü ve ağırlık kayıpları meydana gelir. Depolarda da yaşamına devam eder ve konukçusu olduğu ürünlerde önemli oranda ürün kaybına neden olur. Zarar görmüş tanelerin pazar değeri düşer. En

önemli konukçusu bürülcedir (Fox ve Moya-Laraño, 2009; Anonim, 2008).

Baklagil tohum böceklerinin mücadelesi

Çevresel koşullara bağlı olarak geç ekim yapılmalıdır. Hasat zamanında yapılmalı ve hasat edilmiş ürün tarlada bırakılmamalıdır. Hasat sonrası tarlada kalan atıklar tarladan uzaklaştırılmalı, derine gömülmeli veya yakılmalıdır. Temiz tohumluk kullanılmalıdır. Ürün rotasyonu ve ara ürün ekimi gibi diğer kültürel mücadele uygulamaları, üretkenliğin artmasına yardımcı olabilir (Mendesil ve ark., 2016). Kimyasal mücadelede tek döl veren türlerde tohumluk olarak kullanılacak ürün fümige edilmelidir. Tarlada insektisit uygulamasında birinci uygulama bitkiler çiçeklenme başlangıcında yapılırken gerekli hallerde 10 gün sonra ikinci uygulama yapılır. İnsektisit uygulamaları depoya alınan üründe zararlı popülasyonunu düşürmek amacı ile yapılmaktadır (Horne ve Bailey, 1991; Baker, 1998; Clement ve ark., 2000; Scheepers, 2012). Depo ilaçlamalarında ürün depoya alınmadan 15-20 gün önce boş depoda fumigasyon uygulaması yapılırken zararlıyla bulaşık ürünlerde zararlının depodaki çoğalmasını önlemek için fumigasyon uygulaması yapılmalıdır (Williams ve Whittle, 1994).

Tütün beyaz sineği (*Bemisia tabaci*) ve Sera beyaz sineği (*Trialeurodes vaporariorum*)

Larvaları beyaz renkte olan zararlının erginlerinde abdomen soluk sarı renktedir. Yumurta oval şekilde olup bir sapçık ile yaprağın alt yüzeyinde dik olarak tutturulur. Ergin ve larvaların bitki özsuğunu

emerek beslenmesi sonucu yapraklarda sarımsı lekeler meydana gelir. Larvaların dışarıya attığı şekerli madde ile yaprak yüzeyinde fumajin gelişmesi başlar. Yılda 9-10 döl veren beyazsinekler polifag zararlıdır ve fasulye önemli konukçuları arasında yer almaktadır (Anonim, 2017a; Curnutte ve ark., 2014; Gangwar ve ark., 2018). Beyaz sinekler bitki virüs hastalıklarının taşınmasında önemli rol oynar. Mücadelesi için öncelikle bitki fide döneminde korunmalıdır. Bu amaçla zararlı kışı yabancı otlarda geçirdiği için hasattan sonra tarlanın çevresindeki yabancı otlar incelenmelidir. Biyoteknik mücadelesi kapsamında ise öncelikle zararlıyı izlemek için fide dikimi ile birlikte bitkinin 15 cm üzerinden 50-100 m² ye 1 adet olacak şekilde sarı yapışkan tuzaklar asılır. İlk ergin uçuşu belirlendikten sonra tuzaklar 10 m²'ye 1 tuzak gelecek şekilde yerleştirilmelidir (Anonim, 2017a). Beyazsineklere karşı kimyasal mücadele eşiği, yaprak başına 5 larva+pupadır (Anonim, 2017a).

Yaprak galeri sinekleri (*Liriomyza trifolii*, *L. byroniaa*, *L. huidobrensis*)

Yumurtaları beyaz renkli olan yaprak galeri sineklerinin erginleri küçüktür ve bir dişi ömrü boyunca 400 adet yumurtayı yaprağın iki epidermis arasına bırakmaktadır. Sera koşullarında yılda yaklaşık 10 döl verir. Asıl zararı larva döneminde yapmakla beraber erginleri de zarar yapar. Yumurtadan çıkan larvalar epidermis dokusunda beslenerek galeri açarlar. Zarar görmüş bölgeler sararıp kurur. Polifag bir zararlıdır. Fasulye ve bezelyede önemli ürün kayıplarına neden olmaktadır (Yıldırım ve ark., 2010; Anonim, 2017a; Hofsvang et al.,

2005). Mücadelesinde sera ve fide yastıklarının çevresinde ki yabancı otlardan temizlenmeli, bulaşık bitki artıkları imha edilmeli ve bulaşık fideler seraya dikilmemelidir (Anonim, 2017a). Biyoteknik mücadele için zararlının ilk uçuşunu belirlemek bitki çıkışı ile birlikte dekara 1 adet sarı yapışkan tuzak asılır ve ilk uçuş belirlendikten sonra tuzaklar 10 m²'ye bir adet olmak üzere 3 metre aralıklarla ardışık olarak bitkilerin 10-15 cm üzerine yerleştirilir. Kimyasal mücadelede ilk ergini tespit amacı ile sarı yapışkan tuzaklar asılır ve erginler tuzakta görüldükten sonra örnekleme yapılır. Bu amaçla bir dekarlık alanda en az 30 bitki seçilir ve bitkilerin alt, orta ve üst yaprakları toplanarak sayım yapılmalıdır. Sayımlarda, baklagil bitki yapraklarında yaprak başına 4 adet larva belirlendiğinde kimyasal uygulama yapılmalıdır (Anonim, 2017a).

Kırmızı örümcekler (*Tetranychus urticae*, *T. cinnabarinus*)

Zararlı, konukçu bitki yapraklarının alt yüzünde ördükleri ipeğimsi ağlar arasında yaşarlar ve çoğu zaman ergin, larva ve nimf ile yumurta dönemleri bir arada bulunur. Yumurtalar yuvarlaktır. Yaprakların alt yüzünde, yaprak damarları boyunca ördükleri ağlar arasına yumurtalarını bırakırlar. Yılda 10-12 döl verir. Zararlı üzerinde yaşadığı bitkinin yaprak özsuğunu emerek beslenirler. Emgili yaprak sararır ve daha sonra kuruyarak dökülür. Zararlı, *Tetranychus* spp., Patates Y virüsü (PVY) ve Tütün halka leke virüsünün (Tobacco ring spot) vektörüdür. Polifag bir zararlıdır. Fasulye, bezelye ve börülce önemli konukçularıdır (Jhansi ve Mohan, 1997; Kasap, 2014; Anonim, 2017a). Mücadelesinde, zararlı ile bulaşık bitki atıkları toplanarak sera

veya tarladan uzaklaştırılmalıdır. Fasulye, bezelye ve börülce gibi küçük yapraklı bitkilerde yaprak başına 3 canlı birey görüldüğünde kimyasal mücadele yapılmalıdır. Bu amaçla bir dekarlık alanda en az 30 bitki seçilir ve bitkilerin alt, orta ve üst yaprakları toplanarak sayım yapılmalıdır (Anonim, 2017a).

Yaprakbitleri (*Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. fabae*)

Yaprakbitleri ergin ve nimfleri bitkilerin yaprak, sürgün ve gövdesinde koloniler halinde yaşarlar ve bitki özsuğunu emerek beslenirler. Yaprakbitleri tarafından salgılanan tatlımsı maddenin bitkilerin üzerini kaplaması ve burada saprofit mantarların gelişmesi sonucunda fumajin oluşur. Ayrıca virüs etmenlerini taşımaları nedeniyle de zarar verirler. Polifag zararlılardır. Baklagiller arasında önemli konukçuları bamya ve fasulyedir (Margaritopoulos ve ark., 2002; Norman ve ark., 2007; Anonim, 2017a). Kültürel önlemler kapsamında bulaşık bitkiler, yabancı otlar temizlenmeli ve seralarda havalandırma iyi yapılmalıdır. İlaçlama zamanını saptama amacı ile nisan ayından itibaren tarlaya köşegenler doğrultusunda girilmeli ve baklagillerde 25-50 yaprakta sayımı yapılmalıdır. Bir yaprakta 10-12 adet birey tespit edildiğinde kimyasal uygulama yapılır (Anonim, 2017a).

Tütün tripsi, Çiçek tripsi (*Thrips tabaci*, *Franklinella occidentalis*)

Erginler açık sarı veya sarımsı esmer renkli, dar ve yassı vücutludur. Ovipozitör aşağı doğru kıvrıktır. Yumurta fasulye şeklindedir. Ergin ve larvalarının bitkilerin yaprak, sap ve baklaların epidermis tabakasını ağız parçaları ile yırtması veya zedelemesi sonucu ortaya çıkan

özsuyunu emerler. Tripsin beslendiği bölgedeki hücreler ölür ve yaprakta gümüşü renkte lekeler meydana gelir. Ayrıca dışkılarıyla yaprak altında siyah lekeler meydana getirirler. Yılda 3-15 döl verirler. Polifag bir zararlılar olup baklagiller arasında önemli konukçuları fasulye ve bezelyedir (Kumm ve Moritz, 2010; Moreira ve ark., 2015; Anonim, 2017a). Mücadelesinde zararlı ile bulaşık bitki atıkları yok edilmelidir. Kimyasal mücadele için zararlı yoğunluğuna belirlemek için örnekleme yapılmalıdır. Tütün tripsi için 1 dekarlık alandan en az 30 adet bitki belirlenerek yaprak başına düşen zararlı sayısı belirlenir. Çiçek tripsi için ise seçilen 30 bitkinin ikişer çiçeği silkelenerek zararlının beyaz bir zemin üzerine dökülmesi sağlanır. Çiçek başına düşen ortalama birey hesaplanarak yaprak başına düşen birey sayısı fasulye ve bezelye gibi bitkilerde 10 adet olduğunda uygulama yapılır (Anonim, 2017a).

Yaprak pireleri (*Empoasca decipiens*, *Asymmetrasca decipiens*)

Erginleri sarımsı yeşil veya kahverenginde yumurtaları küçük ince elips şeklinde ve beyaz renklidir. Nimfler ergine benzer. Bitki özsuyunu emerek beslenirler ve emgi sonucunda yapraklarda beyazımsı sarımsı lekeler meydana gelir. Emgi sırasında zehirli madde salgılamaları nedeni ile hücrelerin ölmesi sonucu şekil bozuklukları meydana gelir ve yaprak kenarları içe doğru kıvrılır. Bitki zayıflar ve büyüme yavaşlar. Bu zararlılar birçok virüs hastalığının vektörüdür. Etmen yılda 3-5 döl veren polifag bir zararlı olup baklagiller açısından en önemli zararlıları fasulye, börülce ve bakladır (Atakan, 2007). Yaprak pireleri doğal dengenin bozulduğu yerlerde nadiren zarar yapmakta ancak

önemli bir sorun yaratmamaktadır. Bu nedenle kimyasal mücadele önerilmemektedir (Anonim, 2017a).

Pis kokulu yeşil böcek (*Nezara viridula*)

Ergin vücudunun genel rengi yeşildir. Yumurta ilk bırakıldığında açık sarı krem renğinde ve parlak görünüşlüdür. Nimflerin genel görünüşleri ergine benzer. Yılda 3 döl verir. Bitkinin özsuyunu emerek beslen pis kokulu yeşil böcek fasulye bitkilerinin yeni oluştuğu dönemde bakla ve çiçek dökümüne yol açarlar ve baklada şekil bozukluğuna neden olurlar. Polifag bir zararlıdır. Baklagiller içerisinde en önemli konukçusu fasulyedir (Musolin, 2012; Anonim, 2017a). Kültürel önlemler kapsamında seralarda havalandırma açıklıkları tül ile kapatılmalı ve bitki başına ortalama 5 adet ergin+nimf bulunduğunda kimyasal mücadele yapılmalıdır. (Anonim, 2017a).

Tohum sineği (*Delia platura*)

Erginleri gri renkli, vücudu siyah kıllarla kaplıdır. Yumurtaları beyaz larvaları ise fildişi rengindedir. Bir dişi 40-50 adet yumurta bırakır ve yılda 3-4 döl verir. Zararı sonucu bitkiler fide döneminde sararır ve kurur. Epidemiyaptığı yıllarda dikim tekrarı yapılmaktadır (Patricia ve ark., 2017; Anonim, 2017a). Mücadelesi için bir yıl önce bulaşık olan tohum yatakları ve fidelikler ekimden önce mutlaka ilaçlanmalıdır. Fide dikiminde sonra da ilk zarar görüldüğünde ilaçlama yapılmalıdır (Anonim, 2017a).

Kapsül kurtları (*Etiella zinckinella*, *Lampides boeticus*)

Erginleri grimsi, mor renkte küçük bir kelebeğdir. Yumurtaları şeffaf, beyaz renktedir. Larvaların vücudu yeşilimsi erguvan renktedir. Ekolojik koşullara göre yılda 2-3 döl verir. Larvalar çiçeklerde veya kapsüller içinde beslenerek zarar yaparlar ve zarar görmüş baklalar kapsül oluşturamazlar (Edmonds ve ark., 2003; Anonim, 2008). Kimyasal mücadelede birinci ilaçlama çiçeklenme başlangıcında yapılırken kelebek uçuşunun devam etmesi durumunda ikinci ilaçlama yapılır (Anonim, 2008).

Mercimek hortumlu böceği (*Sitona crinitus*)

Erginleri kahverengi gri renktedir. Yumurtalar oval biçimde larva bacaksız, hafif kıvrık ve krem rengindedir. Dişiler yumurtalarını yaprak, sap ve kök boğazına yakın kısmına tek tek bırakırlar. Yumurtadan çıkan larvalar bitki kökleri ve nodozitelerle beslenirler. Yılda bir döl veren zararlı çoğunlukla yaprakçıkların kenarlarını dıştan içe doğru yarım ay şeklinde yiyerek zarar yapar. (Anonim, 2017b). Kurak geçen yıllarda zararlı yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda bitki 5-10 cm boyunda olduğu dönemde kimyasal mücadele yapılır (Anonim, 2017b).

Nohut yeşil kurdu (*Helicoverpa virescens*)

Erginlerin ön kanatları açık kahverengi, larva ve yumurta krem rengindedir. Yumurta üstten basık küre şeklindedir. Yılda 1 döl veren nohut yeşil kurdunun larva dönemi zarar yapar. Nohut ve mercimeklerin yaprakçık, çiçek, filiz kapsül ve tohumlarında

beslenerek zarara neden olurlar. Önemli konukçuları nohut ve mercimektir (Anonim, 2017c). Kimyasal mücadelede zararlı yoğunluğunu belirlemek için çember kullanılır. Sayım sonuçlarında m² de 5 larva belirlendiğinde uygulama yapılmaktadır (Anonim, 2017c).

Nohut yaprak sineği (*Liriomyza cicerine*)

Erginler siyah, yumurtalar mat beyaz, larvalar kirli sarı renktedir. Larvalar nohut bitkisi yaprakçıklarının iki epidermisi arasında beslenerek açtığı galeride bulunur. Asıl zararı larvalar yapmaktadır. Şiddetli zarar sonucu yaprakları dökülen bitkilerde ürün kaybı meydana gelir. Zararlı yılda 2-3 döl verir. En önemli konukçusu nohut bitkisidir (Toker ve ark., 2010; Singh ve Weigand, 2006; Anonim, 2017c). Zararlı olduğu yıllarda nohut bitki çıkışından 15-20 gün sonra yapılan kontrollerde bulaşmanın %50'ye ulaşması durumunda kimyasal mücadeleye başvurulmaktadır (Anonim, 2017c).

Bozkurtlar (*Agrotis segetum*, *A. ipsilon*)

Erginlerin baş, göğüs ve karın üzerindeki tüyleri grimsi kahverengidir. Yumurtalar krem renginde üstten basık küre şeklindedir. İlbaharda havaların ısınması ile faaliyete geçen larvalar pupa olur ve nisan ayının ikinci yarısından ilk kelebekler görülmeye başlar. Yılda 2-4 döl verirler. Bozkurt larvaları, bitkilerin toprak yüzeyine yakın yerden, kök boğazından kesmek ve kemirmek sureti ile bitkinin kırılıp kurumasına neden olurlar (Wang ve ark., 2006; Jana ve ark., 1994; Anonim, 2017c). Kimyasal mücadele zamanının belirlenmesi amacıyla tarlaya köşegenler doğrultusunda girilerek en az 50 bitki incelenir ve kontrol edilen

bitkilerde %1-3 oranında larva veya kesik bitki saptandığında zehirli yem uygulaması ve yeşil aksam ilaçlaması yapılmaktadır (Anonim, 2017c).

YEMEKLİK TANE BAKLAGİLLERDE NEMATODLAR

Nematodlar tarımsal üretimde bitkilerde zarar yapan etmenlerin başında gelmektedir. Meydana getirdikleri zararın gerçek büyüklüğünün değerlendirilmesi zor olmakla beraber, verimde çok ciddi azalmalara neden olmaktadır. Ekonomik olarak önemli kültür bitkilerinde küresel ölçekte meydana getirdikleri yıllık kayıp %14.3 olarak belirlenmiştir (Ravichandra, 2014). Nematodlardan kaynaklanan kayıpların çok büyük bir bölümü başta hareketsiz nematodlardan kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) ve kist nematodları (*Heterodera* spp. ve *Globodera* spp.) ile *Pratylenchus* spp., *Radophulus similis*, *Ditylenchus dipsaci* gibi birkaç hareketli nematodun yer aldığı bitki paraziti nematodların çok küçük bir kısmı tarafından meydana getirilmektedir (Jones ve ark., 2013). Yemeklik tane baklagiller ile ilişkili birçok bitki paraziti nematod türü tespit edilmiş olmakla beraber az sayıda tür ekonomik anlamda zarar yapmaktadır. Nematodlar, fide döneminde köklere penetre olmakta ve beslenmeleri sonucunda köklerde yapısal ve gelişimsel bozukluklara neden olmaktadır. Yaptıkları doğrudan zararın yanı sıra abiyotik ve biyotik faktörlere karşı bitki toleransını, tanelerin protein içeriğini, köklerde nodülasyonu azaltmakta ve ayrıca toprak kaynaklı patojenlerle etkileşime girerek bu hastalıkların etkisini arttırmaktadırlar (Greco ve Di Vito, 1994). Bitki paraziti nematodlardan kaynaklı zarar özellikle yarı kurak bölgelerde

kuraklık ve/veya ısı stresi koşulları altında yetiştiriciliği yapılan baklagillerde daha fazla olmaktadır (Sikora ve ark., 2018). Bu bölümde yemeklik tane baklagillerde zarar yapan önemli bitki paraziti nematod türleri, zarar şekil ve seviyeleri ile mücadeleleri hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Baklada (*Vicia faba*) görülen önemli nematodlar

Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)

Ditylenchus dipsaci subtropikal ve ılıman yetiştirme alanlarında baklada zarar yapan en önemli nematod türüdür. Etmen kökte zarar oluşturmazken tüm toprak üstü aksamda endoparazit olarak beslenerek zarar yapmaktadır. Akdeniz bölgesinde kış ayları boyunca serin ve nemli koşullar nematod gelişimini desteklemektedir. Büyüme mevsimi boyunca sıcaklıklar yükseldikçe, nematod gelişimi yavaşlar, bu da nematodun beslenmesinin azalması veya olmaması nedeniyle belirtilerin kaybolmasına neden olur (Sikora ve ark., 2018). Kumlu topraklara kıyasla ağır topraklarda nematodun zararı daha fazladır (Seinhorst, 1956). Nematod, zararı sonucu gövdenin şişmesine, gövde dokusunda deformasyona veya önce kırmızımsı-kahverengiye ardından siyaha dönüşen lezyonlara neden olabilmektedir. Nematod ile enfekte olan tohumlar daha koyu renkli, çarpık, daha küçük boyutludur ve yüzeyde benek benzeri noktalar olabilir (Schreiber, 1977; Hooper, 1983; Augustin, 1985). Mücadelesi için konukçusu olmayan bitkilerle en az 4 yıllık rotasyon ve yabancı ot kontrolü gereklidir. Ancak 3 yıllık rotasyonda da popülasyon seviyesinde önemli ölçüde düşüş meydana

gelmektedir. Etmen tohumla taşınabildiği için temiz tohumluk kullanılması da son derece önemlidir (Sikora ve ark., 2018).

Kist nematodları (*Heterodera* spp.)

Heterodera goettingiana, özellikle serin iklime sahip ve etmenle bulaşık alanlarda önemli bir bakla parazitidir. Nematod, popülasyon seviyesinin yüksek olduğu alanlarda bitkilerde bodurlaşmaya neden olur (Sikora ve ark., 2018). Zarar eşiği 0.8 yumurta/g toprak olup, 64 yumurta/g toprak yoğunluğunda ürün alınamamasına neden olmaktadır (Greco ve ark., 1991). Konukçusu olmayan bitkilerle en az 4 yıllık münavebe uygulaması zararı önemli ölçüde azaltmaktadır (Brown, 1958).

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)

Meloidogyne incognita, *M. javanica*, *M. arearia* ve *M. artiellia*'nın baklada zarar yaptığı bilinmektedir. Beslenmesi sonucu köklerde tipik urlanmalara neden olmaktadır. Mücadelesinde kullanılabilecek dayanıklı çeşit bulunmamaktadır. Mücadelesi için başta tahıllar olmak üzere konukçusu olmayan bitkilerle münavebe uygulanır (Sikora ve ark., 2018).

Bezelyede (*Pisum sativum*) görülen önemli nematodlar

Kist nematodları (*Heterodera* spp.)

Bezelyede *H. goettingiana*, *H. ciceri*, *H. trifolii*, *H. glycines* türleri zarar yapmakta olup en önemlisi *H. goettingiana*'dır (Mulvey ve Anderson, 1974; Greco ve ark., 1986; Handoo ve ark., 1994; Zhang, 1995).

Etmenle bulaşık bezelye tarlalarında bitkilerde bodurlaşma, yapraklarda solgunluk, çiçeklenmede azalma, köklerde küçülme, daha küçük veya boş bakla oluşumu gözlenir. Nematod istilasının belirtileri çiçeklenme döneminde çok belirgindir. Nematoddan kaynaklı zararın boyutu çeşide ve çevresel koşullara göre değişmekle beraber, *H. goettingiana*'nın bezelyede tolerans limitinin 0.5 yumurta/cm³ toprak olduğu ve 3-8 yumurta/cm³ toprakta %20-50 verim kaybına neden olduğu belirlenmiştir (Greco ve ark., 1991). Mücadelesinde erkenci çeşitler kullanılabileceği gibi solarizasyon, fumigantlar ve non-fumigant nematisitler de kullanılabilmektedir. Uygulanacak 3-6 yıllık münavebe ile nematod popülasyon yoğunluğu kabul edilebilir seviyelere indirilebilmektedir (Greco ve ark., 1985; Di Vito ve Greco, 1986)

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)

Bezelyede birçok kök-ur nematodu tespit edilmiş olsa da en yaygın tür *M. incognita*'dır (El-Nagdi ve ark. 2019). Bezelyenin *M. incognita*'ya tolerans limiti yaklaşık 0.5 yumurta/g topraktır (Siddiqui ve ark., 1995). Bezelyede kök-ur nematodu zararından kaynaklı toprak üstü aksamdaki belirtiler *H. goettingiana* zararına benzemekle beraber kök sistemi üzerinde popülasyon yoğunluğu ve türe göre değişen büyüklükte urlar görülür. Mücadelesinde konukçu olmayan veya daha az duyarlı konukçularla münavebe, dayanıklı çeşit kullanımı, kültürel mücadele yöntemleri ve nematisit uygulamaları kullanılmaktadır (Sikora ve ark., 2018).

Soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*)

Ditylenchus dipsaci zararı sonucu enfekteli bitkilerde gövdede kahverengi ve nekrotik lezyonlar gözlenirken yapraklarda sararmalar görülmektedir. Enfekteli bezelyelerde şekil bozukluğu ve az sayıda tohum oluşumu gözlenir. Avustralya'da *D. dipsaci*'nin bezelye üzerinde fide aşamasında ciddi hasara neden olduğu ve fide çıkışında %30'luk bir azalmaya sebep olduğu belirlenmiştir (Thompson ve ark., 2000). *Ditylenchus dipsaci*'nin zararı sonbaharda ekilen bahçe bezelyelerinde daha şiddetlidir ve belirtiler kış sonu ve ilkbahar başında daha belirgin hale gelir (Sikora ve ark., 2018).

Börülcede (*Vigna unguiculata*) görülen önemli nematodlarKök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)

Kök-ur nematodları tüm dünyada börülcede önemli düzeyde zarar yapan etmenlerden biri olup başta *M. incognita* ve *M. javanica* olmak üzere *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. ethiopica*, *M. enterolobii* en önemli türler arasındadır. Börülcede kök-ur nematodlarından kaynaklı %5-72 zarar meydana geldiği bildirilmiştir (Toler ve ark., 1963; Crozzoli ve ark., 1997, 1999). Zararı sonucunda bitkilerde bodurlaşma ve sararma görülürken popülasyon yoğunluğunun yüksek olduğu durumlarda köklerde çürüme, yaprak ve tomurcuk sayısında azalma görülebilmektedir (Sikora ve ark., 2018). Etmenin ekonomik zarar eşiği hassas ve dayanıklı çeşitlerde sırasıyla 0.03 ve 0.74 nematod/cm³ toprak olarak belirlenmiştir (Crozzoli ve ark., 1997, 1999). Yapılan çalışmalarda kök-ur nematodlarının hastalık etmenleriyle bir arada

bulunduğu durumlarda bitkide hastalık etmeni ve nematoddan kaynaklanan zararın arttığı tolerant çeşitlerin tolerantlığının kaybolduğu gözlenmiştir (Thomason ve ark., 1959; Adekunle ve Owa, 2008). Dayanıklı çeşitlerin veya konukçusu olmayan bitkilerin kullanıldığı münavebe uygulaması etmenin mücadelesindeki önemli araçlardan biridir. Kök-ur nematoduna dayanıklı çeşitler bulunmakla beraber bu çeşitlerin dayanıklılık seviyeleri kök-ur nematodu türüne bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Bu nedenle dayanıklı çeşitlerin alanda mevcut olan tür göz önüne alınarak yapılması önemlidir. Fumigant ve fumigant olmayan nematisitlerin kullanımı kök-ur nematodu popülasyonunun azaltmasını ve verimde önemli artışları sağlamasına rağmen bürülcede kullanımı çoğunlukla ekonomik değildir (Sikora ve ark., 2018).

Kist nematodları (*Heterodera* spp.)

Heterodera glycines ve *H. schachtii* bürülcede tespit edilmiş olmasına karşın ekonomik önemi hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. *Heterodera cajani*'nin bürülcede zarar yaptığı, yaprakların ortaya çıkışını geciktirdiği, çiçekli tomurcukların, çiçeklerin, büyüyen baklaların ve verimin azaldığı belirlenmiştir (Aboul-Eid ve Ghorab, 1974). Etmenin 1 nematod/g toprak yoğunluğunda kök ve sürgün uzunluğunda azalmaya sebep olduğu tespit edilmiştir (Sharma ve Sethi, 1975). Kist nematodları için en etkili mücadele yöntemi konukçu olmayan bitkilerle münavebedir. Nematisitler nematod zararını azaltmakla beraber ekonomik değildir (Sikora ve ark., 2018). Etmenle

bulaşık alanlarda kullanılabilen dayanıklı çeşitler bulunmaktadır (Devi, 2001; Pandey ve Trivedi, 2006)

Reniform nematod (*Rotylenchulus reniformis*)

Rotylenchulus reniformis'in bürülcede zarar yaptığı ve yeşil bakla verimini %10.5-14.5 oranında azalttığı belirlenmiştir (Roy ve ark., 2008). Sera çalışmalarında etmenin zararı sonucu bitkide boy, taze sürgün ve kök ağırlıklarında önemli bir azalmaya neden olduğu ve 1 nematod/g toprak yoğunluğunda fidelerin çıkışını 7-9 gün ve fide yoğunluğunu %6-11 oranında azalttığı bildirilmiştir (Nanjappa ve ark., 1978; Gupta ve Yadav, 1980). Etmenin konukçu aralığının dar olması nedeniyle konukçusu olmayan bitkilerle münavebesi çok başarılı sonuçlar vermektedir (Sikora ve ark., 2018). Ancak etmenin farklı ırklarının olması nedeniyle münavebede kullanılacak bitkilerin belirlenmesinden önce ırk tespitinin yapılması önemlidir (Rao ve Ganguly, 1996). Nematosis uygulaması başarılı olmakla beraber ekonomik değildir.

Fasulyede (*Phaseolus vulgaris*) görülen önemli nematodlar

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)

Fasulyede en yaygın *Meloidogyne* türleri *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* olmakla beraber *M. chitwoodi*, *M. hapla* ve *M. enterolobii* türlerinin de zarar yaptığı bildirilmiştir (Brito ve ark., 2003, Evlice ve ark., 2022, Sikora ve ark., 2018). Beslenmeleri sonucunda bitkinin üst aksamında bodurluk ve sararma, köklerde ise tür ve popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak değişen ırlanmalar meydana

gelmektedir. Doğrudan zararının yanı sıra toprak kökenli hastalıkların şiddetini arttırmaktadırlar. Birlikte yaptıkları zarar sonucunda bitki büyümesi ciddi şekilde baskılanmakta, köklerde hastalık zararı ve urulanmalar artarak çürümelere oluşabilmektedir (Al-Hazmi ve Al-Nadary, 2015). Verim kaybıyla ilgili olarak, saksı çalışmalarında *M. incognita* tolerans sınırının 0.02-0.03 yumurta/cm³ toprak olduğu ve 4 yumurta/cm³ yoğunluğunda verimin %35-53 oranlarında düştüğü belirlenmiştir (Crozzoli ve ark., 1997). Ekim zamanı etmenin zarar seviyesi üzerinde önemli rol oynamakta olup toprak fumigantları da popülasyon seviyesinin düşürülmesinde etkili olmaktadır (Sikora ve ark., 2018). Dayanıklı çeşit kullanımı ile ilgili olarak çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Elde edilen sonuçlarda da tür ve çeşitlere bağlı olarak dayanıklılık durumlarında farklılıklar gözlenmektedir (Bozbuğa ve ark., 2015; Costa ve ark., 2019; Wesemael ve Moens, 2012). Bu nedenle arazide mevcut kök-ur nematodu türüne bağlı olarak dayanıklı çeşit seçimi yapılması önem arz etmektedir.

Kist nematodları (*Heterodera* spp.)

Soya fasulyesinin en önemli zararlılarından biri olan *H. glycines* aynı zamanda fasulyede de zarar yapmaktadır. Etmenin fasulyedeki üreme düzeyi soya fasulyesine kıyasla daha yüksek olup özellikle soya fasulyesiyle münavebeye giren alanlarda zararının daha yüksek olması beklenmelidir (Sikora ve ark., 2018). Bu nedenle fasulyedeki ürün kayıpları çoğunlukla, soya fasulyesiyle münavebesinin yaygın olarak kullanıldığı ABD’de bildirilmiştir (Noel, 1992). Nematod zararı sonucu yeşil aksamda bölgesel bodurluk ve sararma görülürken spesifik

belirtiler oluşmamaktadır. Etmen, beyaz ve sarıdan kahverengiye değişen renkte kistlerin kök üzerinde tespitiyle teyit edilmektedir. Konukçusu olmayan bitkilerle münavebe ve dayanıklı çeşit kullanımı en önemli mücadele araçlarıdır (Sikora ve ark., 2018).

Kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.)

Pratylenchus brachyurus, *P. neglectus*, *P. penetrans*, *P. thornei*, *P. scribneri* türlerinin fasulyede zarar yaptığı, *P. scribneri* ve *P. penetrans*'ın 0.5 nematod/cm³ yoğunluğunda bitki büyümesini azalttığı ortaya konulmuştur. (Elliot ve Bird, 1985; Thomason ve ark., 1976; Inomoto ve ark., 2010; Söğüt ve ark. 2014; Saleh ve ark. 2021). Otuzaltı farklı fasulye genotipinin *P. thornei* and *P. neglectus*'a dayanıklılık durumunun belirlendiği çalışmada test edilen tüm fasulye çeşitlerinin her iki türe karşı değişen seviyelerde direnç ve duyarlılık gösterdiği ve Kantar-05, Önceler-98, Karacasehir-90 çeşitlerinin ise her iki türe karşı dayanıklı olduğu belirlenmiştir (Saleh ve ark., 2021).

Reniform nematod (*Rotylenchulus reniformis*)

Pamuğun en önemli zararlılarından biri olan *R. reniformis* fasulyede de zarar yapmakta olup zararı sonucunda verimde, toplam protein içeriğinde ve rhizobium kök nodülasyonunda azalma, bazı fungal hastalıkların şiddetinde artma meydana gelmektedir. Dayanıklı çeşitler hakkında çok az bilgi bulunmaktadır (Sikora ve ark., 2018).

Mercimekte (*Lens culinaris*) görülen önemli nematodlar

Bitki paraziti nematodların mercimekteki zararı ile ilgili çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlar arasında *H. ciceri* ve *D. dipsaci* önemli

zararlılar olarak görülmektedir (Sikora ve ark., 2018). *Heterodera ciceri*'nin zararı sonucu bitkide şiddetli bodurlaşma ve sararmalar meydana gelmekte olup üründe de düşük seviyede protein içeriği oluşmaktadır. Tolerans limiti 2.5 yumurta/cm³ olup popülasyon yoğunluğu 20 yumurta/cm³ toprak olduğunda %20 verim kaybı oluşurken 64 yumurta/cm³'ü aştığında %50'ye varan kayıplara neden olabilmektedir (Greco ve ark., 1988a). En uygun ve ekonomik mücadele aracı dayanıklı çeşit kullanımıdır. *Ditylenchus dipsaci* gövde tabanında kahverengimsi nekrotik lezyonlar oluşturmaktadır (Greco ve Di Vito, 1987). Polifag bir zararlı olan etmen için ürün rotasyonu, daha geniş sıra aralığı ve yabancı ot kontrolü mücadele açısından önemlidir. *Meloidogyne* spp. en önemli bitki paraziti nematod grubunu oluşturmakla beraber kışlık bir bitki olan mercimeğin gelişme dönemi nematod için uygun değildir. Bununla beraber *F. oxysporum* f. sp. *lentis* ve *M. javanica* arasında sinerjistik etki belirlenmiş ve nematod varlığının hastalık şiddetini önemli ölçüde arttırdığı ve hem duyarlı hem de dayanıklı çeşitlerde sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ve nodülasyonda önemli azalmaya neden olduğu bildirilmiştir (De ve ark., 2001).

Nohutta (*Cicer arietinum*) görülen önemli nematodlar

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)

Nohutta zarar yapan kök-ur nematodu türleri *M. artiellia*, *M. javanica*, *M. incognita* ve *M. arenaria*'dır. Bu türlerden *M. artiellia* hariç diğerleri köklerde ur oluşumuna neden olmakta, *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* gibi fungal patojenlerle bir arada zarar yapmaları

durumunda ise köklerde çürümeler oluşabilmektedir (Nath ve ark., 1979; Maheswari ve ark., 1997). *Meloidogyne artiellia* ise köklerde diğer türlerin aksine çok az yada belirsiz ur oluşumuna neden olmakta buna karşın kist nematodu dişilerine benzeyen büyük yumurta paketlerinin oluşumuna neden olmaktadır (Sikora ve ark., 2018). Kök-ur nematodlarının toprak kökenli fungal patojenlerle bir arada zarar yapması fungal patojenlere karşı dayanıklılığın ortadan kalmasına ve zarar seviyelerinin artışına neden olabilmektedir (Maheswari ve ark. 1995; Rao ve Krishnappa, 1996). Tropikal kök-ur nematodu türlerinin biyolojisi gereği Akdeniz iklimine sahip alanlarda yaz sonu veya sonbahar başında kumlu-tınlı topraklara nohut ekildiğinde zarar göze çarparken nohutlar sonbaharın sonu veya kış mevsiminde ekildiğinde ürünün zarar görmesi en aza inmektedir (Sikora et al. 2018). Tropikal iklime sahip alanlarda *M. incognita*'nın 2.5 nematod/g toprak yoğunluğunda %60'a varan zarara neden olduğu belirlenmiştir (Ali, 1995). Mücadelesinde konukçusu olmayan bitkilerle yapılan 3-4 yıllık münavebe sonucunda başarılı sonuçlar alınmakta olup ekonomik olmaması nedeniyle kimyasal mücadelesi yapılmamaktadır (Sikora ve ark., 2018).

Kist nematodları (*Heterodera* spp.)

Nohut, Leguminosae türlerinde zarar yapan *H. ciceri*'nin iyi konukçuları arasındadır. Akdeniz bölgesinde yetiştirilen nohutların köklerinde nisan ayı başından itibaren görülmeye başlanan çok sayıda limon biçimli beyaz dişiler yaklaşık 2 hafta sonra kahverengi kist formunu alır (Greco ve ark., 1988a). Ekonomik zarar eşiği 1

yumurta/cm³ toprak olan etmen 8-16 yumurta/cm³ toprak yoğunluğunda %20-50 verim kaybına neden olurken ≥ 60 yumurta/cm³ toprak yoğunluğunda ise ürün alınamamasına neden olmaktadır (Greco ve ark., 1988a). Etmenle bulaşık alanlardan elde edilen nohut tanelerinin protein içeriği önemli ölçüde azalmakta ve bu da nohutun besin değerini düşürmektedir. Son derece dar bir konukçu aralığına sahip olan *H. ciceri*'nin mücadelesinde kullanılabilir dayanaklı çeşit bulunmamakla beraber münavebe ile popülasyonda yıllık %50 seviyelerinde bir düşüş sağlanabilmektedir (Saxena ve ark., 1992).

Kök lezyon nematodları (*Pratylenchus* spp.)

Polifag bir zararlı olan kök lezyon nematodları zararı sonucu nohut köklerinin korteksinde büyük boşluklar ve nekrozlar meydana gelmekte, bitki büyümesinde gerileme, azalan kök sistemi ve *rhizobium* nodülasyonu görülmektedir. Azalan kök sistemi, bitkinin kuraklık koşullarına karşı direncini azaltır ve bunun sonucunda hem yarı kurak hem de kurak bölgelerdeki kuru alanlarda etmenin zararı artar (Sikora ve ark., 2018). *Pratylenchus thornei*'nin zarar eşiği 0.03 nematod/cm³ toprak olarak belirlenirken 2 nematod/cm³ toprak yoğunluğunda %58 zarara neden olduğu ortaya konmuştur (Di Vito ve ark., 1992). Mücadelesinde kullanılabilir çeşit yok denecek kadar az olup geniş konukçu aralığı nedeniyle münavebeden de istenilen sonuçlar alınamamaktadır. Nematisit uygulamalarında ise %25-60'lık verim artışları gözlemlenmiş olmakla beraber uygulanması ekonomik değildir (Thompson ve ark., 2000).

KAYNAKLAR

- Aboul-Eid, H.Z., Ghorab, A.I. (1974). Pathological effects of *Heterodera cajani* on cowpea. *Plant Disease Reporter* 58: 1130-1133
- Adak, M.S., Güler, M., Kayan, N. (2010). Yemelik baklagillerin üretimini artırma olanakları. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*. 11-15 Ocak 2010, S. 329-341. Ankara, Türkiye.
- Adekunle, O.K., Owa, T.E. (2008). Effect of cowpea aphid-borne mosaic virus on penetration and reproduction of *Meloidogyne incognita* in cowpea. *Journal of Agricultural Sciences* 53 (3): 193-201
- Al-Hazmi, A.S., Al-Nadary, S.N. (2015). Interaction between *Meloidogyne incognita* and *Rhizoctonia solani* on green beans. *Saudi Journal of Biological Sciences* 22 (5): 570-574
- Ali, S.S. (1995). Nematode Problems in Chickpea. Indian Institute of Pulses Research, India
- Anonim (2008). Sebze Zararlıları. Zirai Mücadele Teknik Talimatları. Cilt 3. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Ankara, <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Teknik%20tal%C4%B1matlar%202008/C%C4%B0LT%203.pdf> , (Erişim tarihi: 01.09.2022)
- Anonim (2017a). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Örtüaltı Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Ankara, <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/%C3%B6rt%C3%BC%20alt%C4%B1%20entegre.pdf>, (Erişim tarihi: 01.09.2022)
- Anonim (2017b). Gıda, Tarım ve hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Mercimek Entegre Mücadele Teknik Talimatı. Ankara, https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/yayin/003_mercimek.pdf, (Erişim tarihi: 02.09.2022)
- Anonim (2017c). Gıda, Tarım ve hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Nohut Entegre Mücadele Teknik Talimatı.

- Ankara, <https://www.tarimorman.gov.tr/TAGEM/Belgeler/Entegre/nohut%20entegre.pdf>, (Erişim tarihi: 02.09.2022)
- Atakan, E., Boyacı, K., Gencer, O. (2004). Population developments of leafhoppers (*Asymmetrasca decedens* (Paoli) and *Empoasca decipiens* Paoli (Homoptera: Cicadellidae)) on some cotton cultivars. *Turkish Journal Entomology* 28: 267-273 (in Turkish, with English abstract)
- Augustin, B. (1985). Biologie, verbreitung und bekämpfung des stengelälchens, *Ditylenchus dipsaci* (Kühn), Filipjev and *Vicia faba* L. in Syrien und anderen ländern des nahen Ostens und Vorderafrikas PhD thesis, University of Bonn, Germany.
- Blodgett, S. (2006). Pea weevil (Dry Peas). High Plains IPM Guide, a cooperative effort and published by the University of Wyoming, University of Nebraska, Colorado State University and Montana State University
- Bozbuga, R., Dasgan, H.Y., Akhoundnejad, Y., Imren, M., Toktay, H., Kasapoglu, E.B. (2015). Identification of common bean (*Phaseolus vulgaris*) genotypes having resistance against root knot nematode *Meloidogyne incognita*. *Legume Research-An International Journal* 38 (5): 669-674
- Brindley, T.A. (1933). Some notes on the biology of the pea weevil *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Bruchidae) at Moscow, Idaho. *Journal Economic Entomology* 26: 1058-1062
- Brito, J.A., Stanley, J.D., Mendes, M.L., Dickson, D.W. (2003) Host status of selected plant species to *Meloidogyne mayaguensis* from Florida. Abstracts XXXV Annual Meeting of Organization of Nematologists of Tropical America, 21–25 July, Guayaquil, Ecuador, p. 13.
- Brown, E.B. (1958). Pea root eelworm in the eastern counties of England. *Nematologica* 3: 257-268
- Costa, J.P.G.D., Soares, P.L.M., Vidal, R.L., Nascimento, D.D.D., Ferreira, R. (2019). Reaction of common bean genotypes to the reproduction of *Meloidogyne javanica* and *Meloidogyne incognita*. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 49

- Crozzoli, R., Greco, N., Suárez, A.C., Rivas, D. (1997). Patogenicidad del nematodo agallador, *Meloidogyne incognita*, en cultivares de *Phaseolus vulgaris* y *Vigna unguiculata*. *Nematopica* 27: 61-67
- Crozzoli, R., Greco, N., Suárez, A.C., Rivas, D. (1999). Patogenicidad del nematodo agallador, *Meloidogyne incognita*, en *Vigna unguiculata*. *Nematopica* 29: 99103
- Curnutte, L.B., Simmons, A.M., Abd-Rabou, S. (2014). Climate change and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae): Impacts of temperature and carbon dioxide on life history. *Annals of the Entomological Society America* 107: 933-943.
- De, R.K., Ali, S.S., Dwivedi, R.P. (2001). Effect of interaction between *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* and *Meloidogyne javanica* on lentil. *Indian Journal of Pulses Research* 14: 71-73
- Demir, M. (1985). İhracat ve İthalatta Zirai Karantina. Ekonomi Gazetecilik ve Matbaacılık LTD.ŞTİ., İstanbul
- Devi, L.S. (2001) Resistance of *Heterodera cajani* in cowpea. *Annals of Plant Protection Sciences* 9: 361-362.
- Di Vito, M., Greco, N., Malhotra, R.S., Singh, K.B., Saxena, M.C., Catalano, F. (2001). Reproduction of eight populations of *Heterodera ciceri* on selected plant species. *Nematologia Mediterranea* 29: 79-90
- Di Vito, M., Greco, N., Saxena, M.C. (1992). Pathogenicity of *Pratylenchus tornei* on chickpea in Syria. *Nematologia Mediterranea* 20: 71-73
- Edmonds, R.P., Borden, J.H., Angerilli, N.D.P., Rauf, A. (2003). A comparison of the developmental and reproductive biology of two soybean pod borers, *Etiella* spp. in Indonesia. *Entomologia Experimentalist et applicata* <https://doi.org/10.1046/j.1570-7458.2000.00724.x>
- Elliot, A.P., Bird, G.W. (1985). Pathogenicity of *Pratylenchus penetrans* to navy bean (*Phaseolus vulgaris* L). *Journal of Nematology* 17: 81-85
- El-Nagdi, W., Youssef, M., El-Khair, H.A., Abd-Elgawad, M.M. (2019). Effect of certain organic amendments and *Trichoderma* species on the root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, infecting pea (*Pisum sativum* L.) plants. *Egyptian Journal of Biological Pest Control* 29 (1): 1-9

- Evlice, E., Toktay, H., Yatkın, G., Erdoğan, F. D., İmren, M. (2022). Population fluctuations of root-knot nematodes *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* under field conditions. *Phytoparasitica*, 50(1), 233-242
- FAO (2019). <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E> (Erişim tarihi: 02.09.2022)
- Fazal, M., Siddiqui, M.R., Imran, M., Shah, N.H., Siddiqui, Z.A. (1995). Susceptibility of some lentil cultivars to reniform nematodes, *Rotylenchulus reniformis*, and their effect on peroxidase activity and protein content. *Annals of Plant Protection Sciences* 3: 41-45
- Fox, C.W., Moya-Laraño, J. (2009). Diet affects female mating behavior in a seed-feeding beetle. *Physiological Entomology* 34 (4): 370-78
- Gangwar, R.K., Charu, G. (2018). Lifecycle, distribution, nature of damage and economic importance of whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). *Acta Scientific Agriculture* 2: 36-39
- Geçit, H.H., Adak, M.S. (1999). Yemeklik Dane Baklagilleri Ders Notları (Basılmamış).
- Gençtan, T., Birsen, M.A., Zencirci, N. (2020). Türkiye tahıl ve yemeklik tane baklagil üretiminin bugünkü ve gelecekteki boyutları. *TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi* . Haziran, S. 431-452. Ankara, Türkiye
- Grazielle, F.M., Matheus, R.M., Busoli, A.C., Gilberto, J.M. (2015). Life cycle of *Cosmolaelaps jabolicabalensis* (Acari: Mesostigmata: Laelapidae) on *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and two factitious food sources. *Experimental Applied Acarology* 65: 219-
- Greco, N., Brandonisio, A., Elia, F. (1985). Control of *Ditylenchus dipsaci*, *Heterodera carotae* and *Meloidogyne javanica* by solarization. *Nematologia Mediterranea* 13: 191-197.
- Greco, N., Di Vito, M. (1987). The importance of plant parasitic nematodes in food legume production in the Mediterranean Region. In: Saxena, M.C., Sikora, R.A. and Srivastava, J.P. (eds) Proceedings of a Workshop on Nematodes Parasitic to Cereals and Legumes in Temperate Semi-arid Regions, Cyprus

- Greco, N., Di Vito, M. (1994). Nematodes of food legumes in the Mediterranean Basin. *Eppo Bulletin* 24 (2): 393-398
- Greco, N., Di Vito, M., Reddy, M.V., Saxena, M.C. (1986) Effect of Mediterranean cultivated plants on the reproduction of *Heterodera ciceri*. *Nematologia Mediterranea* 14: 193-200.
- Greco, N., Di Vito, M., Saxena, M.C., Reddy, M.V. (1988a). Effect of *Heterodera ciceri* on yield of chickpea and lentil and development of this nematode on chickpea in Syria. *Nematologica* 34: 98-114
- Greco, N., Di Vito, M., Saxena, M.C., Reddy, M.V. (1988b). Investigation on the root lesion nematode, *Pratylenchus thornei*, in Syria. *Nematologia Mediterranea* 16, 101-105
- Greco, N., Ferris, H., Brandonisio, A. (1991). Effect of *Heterodera goettingiana* population densities on the yield of pea, broad bean and vetch. *Revue de Nématologie* 14: 619-624
- Gupta, D.C., Yadav, B.S. (1980). Pathogenicity of *Rotylenchulus reniformis* on cowpea. *Nematologia Mediterranea* 8: 91-93
- Handoo, Z.A., Golden, A.M., Chitwood, D.J., Haglund, W.A., Inglis, D.A., Santo, G.S., Baldwin, J.G., Williams, D.J. (1994). Detection of pea cyst nematode (*Heterodera goettingiana*) in pea in western Washington. *Plant Disease* 78: 831
- Hofsvang, T., Snoan, B., Andersen, A., Heggen, H., Anh, L. (2005). *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae), an invasive species in South-East Asia: Studies on its biology in northern Vietnam. *International Journal of Pest Management* 51 (1): 71-80
- Hooper, D.J. (1983). Nematode pests of *Vicia faba* L. In: Hebblethwaite, P.D. (ed.) The Faba bean (*Vicia faba*). Butterworths press, London
- Inomoto, M.M., Asmus, G.L. (2010). Host status of graminaceous cover crops for *Pratylenchus brachyurus*. *Plant Disease* 94 (8): 1022-1025.
- Jana, A.K., Ghosh, M.R. (1994). Life history of *Agrotis segetum* Schiff: A new record as ear-cutting caterpillar of rice in West Bengal. *Annual Entomology* 12: 95-98

- Jhansi, R.B., Mohan, N.J. (1997). Pest management in ornamental crops in progressive floriculture. Edition Yadav, J.S., Chaudhary, M.L., House of Sarpan Banglore.; 26: 169-181
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G.J., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G.K., Kikuchi, T., Manzanilla-López, R., Palomares-Rius, J.E., Wesemael, W M.L., Perry, R.N. (2013). Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 14: 946-961.
- Kasap, I. (2004). Effect of apple cultivar and of temperature on the biology and life table parameters of the two spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Phytoparasitica* 32 (1):73-82
- Kergoat, G.J., Silvain, J.F., Delobel, A., Tuda, M., Anton, K.W. (2007). Defining the limits of taxonomic conservatism in host–plant use for phytophagous insects: Molecular systematics and evolution of host–plant associations in the seed-beetle genus *Bruchus* Linnaeus (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 43 (1): 251-69
- Kumm, S., Moritz, G. (2010). Life-cycle variation, including female production by virgin females in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) *Journal of Applied Entomology*, <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2009.01473.x>
- Maheswari, T.U., Sharma, S.B., Reddy, D.D.R., Haware, M.P. (1997). Interaction of *Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* and *Meloidogyne javanica* on *Cicer arietinum*. *Journal of Nematology* 29: 117-126
- Maqbool, M.A. (1986). Classification and Distribution of Plant Parasitic Nematodes in Pakistan. National Nematological Research Centre, University of Karachi, Pakistan
- Margaritopoulos, J.T., Tsitsipis, J.A., Goudoudaki, S., Blackman, R.L. (2002). Life cycle variation of *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae) in Greece. *Bulletin of Entomological Research* 92: 309-319
- McDonald, G. (1995). Pea weevil. Department of Environmental and Primary Industries (DEPI), Victoria, Australia. P. 1-3

- Mulk, M.M., Jairajpuri, M.S. (1974). Nematodes of leguminous crops in India. II. Five new species of *Helicotylenchus* Steiner, 1945 (Hoplolaimidae). *Indian Journal of Nematology* 4: 212-221
- Mulvey, R.H., Anderson, R.V. (1974). *Heterodera trifolii*. CIH Description of Plant-parasitic Nematodes, Set 4, No 46. CIH, St Albans, UK.
- Musolin, D. (2012). Surviving winter: diapause syndrome in the southern green stink bug *Nezara viridula*, *Physiological Entomology* 37 (4): 309-322
- Nanjappa, C.K., Panda, M., Seshadri, A.R. (1978). Effects of *Meloidogyne incognita* and *Rotylenchulus reniformis* on the emergence and survival of seedlings. In: Abstracts of the Third International Congress of Plant Pathology. P. 150. München, Germany.
- Nath, R.P., Banerjee, A.K., Haider, M.G.I., Singh, B.K. (1979). Studies on the nematodes of pulse crops in India. I. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on gram. *Indian Phytopathology* 32: 28-31
- Noel, G.R. (1992). History, distribution, and economics. In: Riggs, R.D. and Wrather, J.A. (eds) Biology and Management of the Soybean Cyst Nematode. The American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota
- Norman, Q.A., Clive, A.E., Yardim, E.N., Thomas J.O., Robert J.B., George, K. (2007). Suppression of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*), mealy bug (*Pseudococcus* sp.) and aphid (*Myzus persicae*) populations and damage by vermicomposts, *Crop Protection* 26: 29-39
- Özdem, A. (1997). Eskişehir ilinde fasulye tohum böceği (*Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.:Bruchidae))'nin biyolojisi üzerinde araştırmalar. Bitki Koruma Bülteni 37 (3-4): 111-118
- Pandey, S., Trivedi, P.C. (2006). Screening of some varieties of *Vigna unguiculata* (L.) Walp against cyst nematode, *Heterodera cajani*. *Journal of Phytological Research* 19: 115-117
- Patricia, C.G., Clifford, B.K., Philip, C.S., Diego, M., Servio, S., Eduardo, P., Nelson, M., Timothy C.B.C. (2017). Larval performance and adult attraction of *Delia platura* (Diptera: Anthomyiidae) in a native and an introduced crop. *Journal of Economic Entomology* 110 (1): 186191

- Prakash, A. (1981) *Lens culinaris* - a new host for root knot nematode, *Meloidogyne javanica* in India. *National Academic Science Letters* 4: 459
- Rao, G.M.V.P., Ganguly, S. (1996). Host preference of 6 geographical isolates of reniform nematode, *Rotylenchulus reniformis*. *Indian Journal of Nematology* 26: 19-22
- Ravichandra, N.G. (2014). Horticultural nematology. New Dehli: Springer, India.
- Roubinet, E. (2016). Management of the broad bean weevil (*Bruchus rufimanus* Boh.) in faba bean (*Vicia faba* L.). Department of Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). Technical report. Retrieved from https://pub.epsilon.slu.se/13631/1/roubinet_e_160704.pdf
- Saleh, A., İmren, M., Özer, G., Yeken, M.Z., Çiftçi, V., Dababat, A.A. (2021). Host suitability of different common bean varieties in a growth room to the plant-parasitic nematodes *Pratylenchus thornei* and *P. neglectus*. *Nematology*, 23 (10): 1197-1203
- Saxena, M.C., Greco, N., Di Vito, M. (1992). Control of *Heterodera ciceri* by crop rotation. *Nematologia Mediterranea* 20: 75-78.
- Schreiber, E.R. (1977). Lebensweise, Bedeutung und Bekämpfungsmöglichkeiten von *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev an Ackerbohne (*Vicia faba* L.) in Marokko. Dissertation, Technischen Universität, Berlin
- Seinhorst, J.W. (1956). Biologische Rassen van het stengelaahtje *Ditylenchus dipsaci* (Kühn) Filipjev en hun Waardplaten. *Tijdschrift voor Plantenziekten* 62: 179-188
- Sharma, N.K., Sethi, C.L. (1975). Effects of initial inoculum levels of *Meloidogyne incognita* and *Heterodera cajani* on cowpea and on their population development. *Indian Journal of Nematology* 5:148-154
- Siddiqui, Z.A., Mahmood, I., Ansari, M.A. (1995). Effect of different levels of *Meloidogyne incognita* on the growth of pea in the presence and absence of *Rhizobium*. *Nematologia Mediterranea* 23: 249-251
- Sikora, R.A., Claudius-Cole, B., Sikora, E. J. (2018). Nematode parasites of food legumes. In *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture* Wallingford UK: CAB International 290-345

- Singh, K.B., Weigand, S. (2006). Registration of three leafminer-resistant chickpea germplasm lines: ILC 3800, ILC 5901, and ILC 7738. *Crop Science* 36: 472-472
- Söğüt, M.A., Göze, F.G., Önal, T., Devran, Z., Tonguc, M. (2014). Screening of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars against root-lesion nematode species. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 38 (4): 455-461
- Şehirli, S. 1988. Yemeklik tane baklagiller. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yayınları, Türkiye
- Thomason, I.J., Erwin, D.C., Garber, M.J. (1959). The relationship of the root knot nematode, *Meloidogyne javanica*, to *Fusarium* wilt of cowpea. *Phytopathology* 49: 602-606
- Thomason, I.J., Rich, J.R., Omelia, F.C. (1976). Pathology and histopathology of *Pratylenchus scribneri* infecting snap bean and lima bean. *Journal of Nematology* 8: 347-352
- Thompson, J.P., Greco, N., Eastwood, R., Sharma, S.B., Scurrah, M. (2000). Integrated control of nematodes of cool season food legumes. In: Knight, R. (ed.) Linking Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21st Century. *Proceedings of the Third International Food Legumes Research Conference*. Kluwer Academic Publishers, P. 491-506. Netherlands.
- Toker, C., Erler, F., Öncü, F.C., Çancı, H. (2010). Severity of leaf miner (*Liriomyza cicerina* (Rondani, 1875) (Diptera: Agromyzidae)) damage in relation to leaf type in chickpea. *Türkiye Entomoloji Dergisi* 34 (2): 211-225
- Toler, R.W., Tompson, S.S., Barber, J.M. (1963). Cowpea (Southern pea) diseases in Georgia, 1961-1962. *Plant Disease Reporter* 47: 746-747
- Wang L.V.Z., Zhang, P.L, Gong, Q.H, Ding, Z.Z.H. (2006). Relationships between overwintering *Agrotis segetum* population and snow. *Chin. Journal of Ecology* 25 (12): 1532-1534
- Wesemael, W.M., Moens, M. (2012). Screening of common bean (*Phaseolus vulgaris*) for resistance against temperate root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Pest management science* 68 (5): 702-708

- Yıldırım, E.M., Aydın, Ü., Civelek, H.S. (2010). The effect of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera: Agromyzidae) on some leaf characteristics of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Journal of Food, Agriculture and Environment* 8 (3-4): 839-841
- Zhang, D.S. (1995) Paulownia and pea as two additional hosts of the soybean nematode (*Heterodera glycines*). *Acta Phytopathologica Sinica* 25: 275-278.
- Williams, P., Whittle. C.P. (1994). Phosphine fumigation of stored field peas for insect control. *Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection*. 17-23 April, 1994, P. 240- 243. Canberra, Australia

BÖLÜM 14

YEMEKLİK TANE BAKLAGİLLERDE HASTALIKLAR

Doç. Dr. Kadir AKAN¹

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖLMEZ²

Arş. Gör. Muhammed TATAR³

Zir. Yük. Müh. Kübra ÇELİK⁴

Doç. Dr. Emre EVLİCE⁵

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Kırşehir
kadir.akan@ahievran.edu.tr. Orcid ID: 0000-0002-1612-859X

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki
Koruma Bölümü, Sivas. fatih.olmez@sivas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-7016-2708

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi,
Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas. mtatar@sivas.edu.tr,
Orcid ID: 0000-0002-8312-8434

⁴ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki
Koruma Bölümü, Sivas. kbrclk445@gmail.com. Orcid ID: 0000-0001-5728-1411

⁵ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki
Koruma Bölümü, Sivas. emre.evlice@sivas.edu.tr. Orcid ID: 0000-0001-6402-0287

GİRİŞ

Baklagillerin çeşitli gelişim dönemlerinde birçok fitopatojen fungus, bakteri ve virüs etmeni hastalık oluşturarak önemli verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır. Küresel düzeyde nohutta verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen 172'den fazla fitopatojen rapor edilmiştir (Nene ve ark., 1996). Bu fitopatojenlerden özellikle fungal etmenlerin daha yaygın olarak gözlendiği ve önemli baklagil hastalıklarıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan bazı fungal patojenler tarafından oluşturulan mikotoksin üretimi de doğrudan verim kayıpları kadar tehlikeli olabilmektedir. Bu nedenle fungal hastalıkların kontrolünde öncelikle üzerinde durulması gereken konular, hastalığın enfeksiyonu ve gelişiminin engellenmesidir (Yan ve ark., 2015). Baklagillerde görülen hastalıklar bitkinin kök, gövde, yaprak ve baklalarını enfekte ederek verim ve kaliteyi değişen düzeylerde olumsuz etkilerler. Ayrıca tane veya tohum rengini de etkileyerek pazar değerini de düşürebilmektedirler. Funguslar dışında virüsler gibi bazı biyotik stres faktörlerinin de baklagillerde sorun oluşturduğu bilinmektedir. Avustralya'da baklagiller üzerine on üç farklı virüs türünün hastalık oluşturduğu rapor edilmiştir (Freeman ve Aftab, 2011).

Nohut antraknozu veya nohut yanıklığı, *Fusarium solgunluğu*, kurşuni küf, kuru kök çürüklüğü ve diğer kök çürüklükleri nohutta görülen önemli hastalıklar durumundayken mercimek antraknozu, *Fusarium solgunluğu*, pas, kök boğazı çürüklüğü ve kök çürüklükleri ise mercimekte ki önemli hastalıklardır (Anonim, 2016a; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a). Fasulyede ise; fasulye antraknozu, kök

çürüklüğü, pas, hale yanıklığı, adi yaprak yanıklığı, fasulye adi mozaik virüsü ve fasulye sarı mozaik virüsü önemli hastalıklar olarak bilinmektedir (Jackai, 1995; Schwartz ve ark., 2005). Bezelye antraknozu ve mildiyö bezelye de görülen önemli hastalıklardır (Anonim, 2018b; Harveson ve ark., 2021). Bakla antraknozu, çikolata lekesi, pas, kök çürüklüğü, solgunluk, cercospora yaprak lekesi, bakla fasulyesi nekrotik sarı virüs, fasulye sarı mozaik virüsü ve fasulye yaprak kıvrılma virüsü baklada görülen önemli hastalıklar olarak bilinmektedir (Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016b). Börülcede ise pas, yaprak lekesi, kara lekesi ve bakteriyel yanıklık önemli hastalıklar olarak bilinmektedir (Singh ve Allen, 1979; Singh ve Ahlawat, 2005).

Baklada (*Vicia faba*) görülen önemli hastalıklar

Baklanın toprak üstü bitki kısımlarını etkileyen önemli bazı fungal hastalıkları; Bakla antraknozu (Etmen *Ascochyta fabae*), Çikolata lekesi (Etmenler *Botrytis cinerea*, *B. fabae*), Pas (Etmen *Uromyces viciae-fabae*), Mildiyö (Etmen *Peronospora viciae* f. sp. *fabae*), Cercospora yaprak lekesi (*Cercospora zonata*) olup baklanın kök ve kök boğazını veya toprak içinde bulunan bitki kısımlarını etkileyen fungal hastalıkları; Fusarium solgunluğu (Etmen *Fusarium oxysporum*), Kök boğazı çürüklüğü (Etmen *Sclerotinia sclerotiorum* ve *S. trifoliorum*), Kuru kök çürüklüğü (Etmen *Rhizoctonia solani*) hastalıkları üretim alanlarında farklı düzeyler de görülmekte olup değişen düzeylerde ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016b).

Bezelyede (*Pisum sativum*) görülen önemli hastalıklar

Bezelyede fungal etmenlerin oluşturduğu; Bezelye antraknozu (Etmenler *Ascochyta pinodes*, *A. pisi*, *A. pinodella*), Kurşuni küf (Etmen *Botrytis cinerea*), Kök boğazı çürüklüğü (Etmen *Sclerotinia sclerotiorum*), Mildiyö yanıklığı (Etmen *Peronospora viciae*), Septoria yaprak lekesi (Etmen *Septoria pisi*), Külleme (Etmen *Erysiphe pisi*), Kök çürüklükleri (Etmenler *Rhizoctonia* sp., *Macrophomina* sp., *Fusarium* sp.) hastalıkları ile viral etmenlerin oluşturduğu; Luteo viruses complex (BLRV, BWYV), Pea seed-borne mosaic virus (PSbMV) hastalıkları üretim alanlarında farklı düzeyler de görülmekte olup değişen düzeylerde ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Anonim, 2018b; Harveson ve ark., 2021).

Börülcede (*Vigna unguiculata*) görülen önemli hastalıklar

Börülcede fungal etmenlerin oluşturduğu; Börülce antraknozu (Etmen *Colletotrichum destructivum*), Kök boğazı çürüklüğü (Etmen *Sclerotinia sclerotiorum*), Cercospora yaprak lekesi (Etmen *Pseudocercospora cruenta*), Septoria yaprak lekesi (Etmen *Septoria vignicola*), Külleme (Etmen *Podosphaera phaseoli*), Pas (Etmen *Uromyces vignae*), Kök çürüklükleri (Etmenler *Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp., *Fusarium* sp.) hastalıkları ile virüs etmenlerinin oluşturduğu; Bean common mosaic virüs (BCMV), Cow pea mild mottle virüs (CpMMV), Cucumber mosaic virüs (CMV), Soybean mosaic virüs (SBMV) hastalıkları üretim alanlarında farklı düzeyler de görülmekte olup değişen düzeylerde ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir (Singh ve Allen, 1979; Singh ve Ahlawat, 2005).

Fasulyede (*Phaseolus vulgaris*) görülen önemli hastalıklar

Fasulyede; Fasulye antraknozu (Etmen *Colletotrichum lindemuthianum*), kök çürüklüğü (Etmenler *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseoli*) ve Pas (Etmen *Uromyces appendiculatus*) önemli fungal hastalıklar, Hale yanıklığı (Etmen *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*), Adi yaprak yanıklığı (Etmen *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) önemli bakteriyel hastalıkları ve Bean common mosaic necrosis potyvirus (BCMNV) ve Bean yellow mosaic potyvirus (BYMV) önemli virüs hastalıkları olarak bilinmektedir (Jackai, 1995; Schwartz ve ark., 2005). Bu hastalıklar üretim alanlarında yaygın olarak görülmekte ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişen düzeylerde ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Mercimekte (*Lens culunaris*) görülen önemli hastalıklar

Mercimekte fungusların oluşturduğu; Mercimek antraknozu (Etmen *Ascochyta lentis*), Kurşuni küf (Etmenler *Botrytis cinerea*, *B. fabae*), Kök boğazı çürüklüğü (Etmen *Sclerotinia sclerotiorum*), Stemphylium yanıklığı (Etmen *Stemphylium botryosum*), Kuru kök çürüklüğü (Etmen *Rhizoctonia* sp.) hastalıkları ile Cucumber mosaic virus, Luteo viruses complex (BLRV ve BWYV), Alfalfa mosaic virus gibi viral hastalıklar üretim alanlarında yaygın olarak görülmekte ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Diğer taraftan yine fungusların oluşturduğu; Antraknoz/ Phoma yanıklığı (Etmenler *Phoma medicaginis* var. *pinodella*, *Mycosphaerella pinodes*), Kök çürüklüğü (Etmenler *Fusarium* sp., *Pythium* sp., *Sclerotinia* sp.) hastalıkları ile bakterilerin

oluşturduğu yanıklık hastalığının (Etmen *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*) üretim alanlarında oldukça sınırlı bir yayılıma sahip olduğu bilinmektedir (Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a).

Nohutta (*Cicer arietinum*) görülen önemli hastalıklar

Nohutun toprak üstü bitki kısımlarını etkileyen önemli fungal hastalıklar, Nohut antraknozu veya Nohut yanıklığı (Etmen *Ascochyta rabiei*), Alternaria yanıklığı (Etmen *Alternaria alternata*), Kurşuni küf (Etmen *Botrytis cinerea*), Colletotrichum yanıklığı (Etmen *Colletotrichum dematium*), Phoma yanıklığı (Etmen *Phoma medeillamenta*), Külleme (Etmen *Leveillula taurica*), Pas (Etmen *Uromyces ciceris-arietini*), Sclerotinia kök çürüklüğü (Etmen *Sclerotinia sclerotiorum*), Stemphylium yanıklığı (Etmen *Stemphylium sarciniforme*) olup kök ve kök boğazını veya toprak içinde bulunan bitki kısımlarını etkileyen fungal hastalıklar ise Fusarium solgunluğu (Etmen *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri*), Siyah kök çürüklüğü (Etmen *Fusarium solani*), Kök boğazı çürüklüğü (Etmen *Sclerotium rolfsii*), Kuru kök çürüklüğü (Etmen *Rhizoctonia bataticola*), Phytophthora kök çürüklüğü (Etmen *Phytophthora medicaginis*), Pythium kök ve tohum çürüklüğü (Etmen *Pythium ultimum*), Verticillium solgunluğu (*Verticillium albo-atrum*) ve çökertendir (Etmen *Rhizoctonia solani*). Nohutta bakteri kaynaklı olarak Bakteriyel yanıklık (Etmen *Xanthomonas campestris* pv. *cassiae*) önem arz ederken virüs kaynaklı olarak Bean leafroll virus (BLRV), Alfalfa mosaic virus (AMV), Cucumber mosaic virus (CMV), Bean yellow mosaic potyvirus (BYMV), Lettuce necrotic yellows virus (LNYV), Phyllody hastalığı

(Etmen Fitoplazma benzeri organizma) önem arz etmektedir (Nene ve ark., 2012; Anonim, 2016a; Chen ve ark., 2016). Bu hastalıklar üretim alanlarında yaygın olarak görülmekte ve değişen düzeyler de ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Antraknoz veya Yanıklık hastalığı

Hastalığa neden olan patojenler nohutta *Ascochyta rabiei*, mercimekte *A. lentis*, fasulyede *Colletotrichum lindemuthianum*, bezelyede *A. pinodes*, *A. pisi* ve *A. pinodella*, bakla da *A. fabae*, börülce de *Colletotrichum destructivum* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Antraknoz” veya “Yanıklık hastalığı” olarak bilinmektedir. Ürünlerin yetiştiriciliğinin yapıldığı birçok ülkede görülen önemli hastalıklardır. Patojenler genellikle konukçuya özelleşmiştir. Hastalıkla ilgili kayıplara nohuttan örnek vermek gerekirse; epidemi şartlarında ve hassas çeşitlerde verim ve kalite kayıpları %100’e ulaşabilir (Nene ve ark., 2012). Hastalık belirtileri bitkinin tüm toprak üstü kısımlarında görülmektedir. Hastalık tohumla taşınmakta olup çimlenme sonrası hastalık gelişimi için uygun koşullarda fide evresinde bitkinin gövdesinin taban kısmında koyu kahverengi belirtiler gözlenir ve bu bitkiler genellikle ölmektedir. Diğer taraftan çiçeklenme ve bakla dönemlerinde, hastalık gelişimi için uygun koşullar olduğu dönemde hastalık hızlı ve kolay yayılır. Bu dönemde hastalığa adını veren “yanıklık” benzeri bir görünüm oluşur. Hastalık gelişimi için uygun koşullarda hastalık sonucu oluşan lekeler hızla gelişerek birleşir. Bu belirtiler hastalık şiddetine de bağlı olarak sürgünlerde ve baklalarda “yanıklık” şeklinde görülmekte olup bu kısımlar ölmektedir. Özellikle

hassas genotiplerde hastalık belirtilerinde piknidial yapılar görülmektedir. Epidemi koşullarının olduğu durumlarda hassas genotipler aniden kururlar. Diğer taraftan hastalık gelişimi için yağmursuz ve sıcak kuru hava gibi uygun olmayan iklim koşullarının olduğu durumlarda bitkiler ölmez ve gelişmelerine devam ederler. Bu durumda gövde, yaprak(çık), yaprak sapları ile baklalarda görülen belirtiler gelişmez ve aynı büyüklükte kalır. Hastalığın tarla içinde veya komşu tarlalara dağılmasında yağmurun kritik önemi vardır. Yağmur damlasının hastalık sporlarını sıçratmasıyla hastalık aynı bitkinin üst kısımlarına ve çevredeki bitkilere taşınmaktadır. Hastalık enfeksiyonundan 7-10 gün içinde yapraklarda genellikle soluk yeşil-sarı bir renk değişikliği gözlenmektedir. Yaprak ıslaklığı ve yüksek nem ne kadar uzun sürerse hastalık o kadar şiddetli olur. Belirtiler, genel olarak kahverengi yuvarlak eş merkezli olan halkalar halinde ve piknit içeren açık renkli bir merkez olarak gözlenmektedir. Gövde kısımlarında gözlenen belirtilerin boyutları değişmekte olup 3-4 cm uzunluğunda olabilir ve genellikle etkilenen kısımda gövdeyi tamamen kuşatır. Gövde ve yaprak sapları hastalıklı kısımlarından bitki kırılabilir. Eğer çiçeklenme evresi öncesinde hastalık görülür fakat daha sonra hastalık gelişmesi için şartlar uygun olmazsa bitki hastalığı tolere ederek yeniden büyür veya büyümesine devam eder. Fakat hastalıklı alanlar yine görülmeye devam etmektedir. Bakla üzerindeki belirtiler genellikle 0.5 cm çaplı yuvarlak ve eş merkezli piknit halkaları şeklinde görülür. Bir bakla üzerinde birden fazla lezyon görünebilir. Hastalık enfeksiyonu erken evrede oluşursa baklada yanıklık meydana gelir ve bu bakla da tohum gelişimi olamamaktadır. Eğer enfeksiyon geç

dönemde oluşmuşsa buruşmuş ve enfekteli tohum oluşur. Patojen baklayı enfekte ederek gelişmekte olan tohuma bulaşır. Hastalıklı tohum üzerinde ki belirtiler kahverengi olup bazen bu yapılar üzerinde piknitler gözle görülebilir. Patojen, enfekteli bitki atıkların da enfekteli veya kontamine olmuş tohumlarda ve hastalıklı kendi gelen bitkiler de ertesi yıla kadar canlı kalabilir. (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Harveson ve ark., 2021).

Fusarium solgunluğu hastalığı

Hastalığa neden olan patojen *Fusarium oxysporum*, 150 kadar bitki türünü enfekte edebilir (Michielse ve Rep, 2009). Her bir konukçunun patojeni özeldir ve “formae” özel olarak tanımlanır. Bu duruma örnek olarak nohutta *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* ve mercimekte *Fusarium oxysporum* f. sp. *lentis* verilebilir. Hastalık üreticiler arasında genellikle “Fusarium solgunluğu hastalığı” olarak bilinmektedir. Hastalık baklagil üretimi yapılan birçok ülkede görülen önemli hastalıklardan biridir. Hastalık nohutta epidemiy şartlarında hassas çeşitlerde %70-100’e ulaşabilen verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır (Nene ve ark., 2012). Genel olarak sıcak ve kuru yetiştiricilik şartlarında ve ürün rotasyonunun uygulanmadığı durumlarda *Fusarium solgunluğu* yoğunluğunun daha yüksek olması beklenmektedir. *Fusarium solgunluğu* tohum ve toprak kaynaklı olan bir hastalıktır. Hastalık, fide veya olgun bitki döneminde tarlanın tümünde veya bir kısmında görülebilir ve hastalık sonucu bu kısımdaki

bitkiler tamamen ölmektedir. Hastalık ekim yapıldıktan sonraki 3 hafta içinde görülebilmekte ve 3-5 hafta sonra ise fidelerin tamamı ölebilmektedir. Hastalıktan etkilenen fideler donuk yeşil renkli olarak gözlenirken hastalıktan etkilenen bitki topraktan çekildiğinde genellikle gövdenin boğaz bölgesinin üstünde ve alt kısmında düzensiz çökme veya lekeli gelişme geriliği gözlenir. İlerleyen dönemde hastalıktan etkilenen bitkiler de tipik olarak solgunluk, yaprak sapında, yaprak/yaprakçıklarda ve baklalarda sarkmalar gözlenir. Bu sarkmalar başlangıçta bitkinin üst kısımlarında görülmekle birlikte bitki bir veya iki gün içinde tamamen kuruyabilir. Hastalık belirtileri alt yapraklarda klorotik olarak gözlenir fakat yapraklar yeşil renkli olsa bile sarkar. İlerleyen hastalık belirtileri ile birlikte yavaş yavaş olacak şekilde tüm yapraklar sararır ve sonrasında açık kahverengi veya saman rengine dönmektedir. Hastalıktan etkilenen bitkiler gövde kısımları enine kesildiği veya yukarıdan aşağıya doğru olacak şekilde dikey olarak açıldığında gövdenin iç kısımlarında koyu kahverengiden siyaha kadar değişen renk değişimleri açıkça görülebilir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Harveson ve ark., 2021;).

Siyah kök çürüklüğü hastalığı

Hastalığa neden olan patojen *Fusarium solani*'nin konukçuları arasında bezelye, fasulye, patates ve kabakgil ailesi (kavun, salatalık ve kabak) bulunmaktadır. Konukçu testleri dikkate alınarak, *F. solani* farklı formae specialis (f. sp.) ve türlere ayrılmıştır (Zaccardelli ve ark., 2008).

Bezelyede hastalık oluşturan etmen *Fusarium solani* f. sp. *pisi* bu duruma örnek verilebilir. Hastalık üreticiler arasında genellikle “Siyah kök çürüklüğü hastalığı” olarak bilinmektedir. Hastalık baklagil üretimi yapılan birçok ülkede görülen hastalıklardan biridir. Hastalık herhangi bir bitki büyüme döneminde ortaya çıkabilmektedir. Hastalıktan etkilenen bitkiler sararmakta ve solmaktadır. Tarlada hastalık genellikle dağınık ocaklar olarak ve ölü bitkiler şeklinde gözlenir. Çoğunlukla hastalıktan etkilenen bitkilerin kök kısımları çürür, ince köklerin önemli bir kısmı bitkiden kopar ve kalan kök kısımları da siyahlaşır. Hastalıklı bitkiler erken dönemde kurur ve ancak yeterli düzeyde nem bulunduğu durumlarda yeni kök üretmeye devam edebilir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Harveson ve ark., 2021).

Beyaz çürüklük ve Gövde çürüklüğü hastalığı

Hastalığa neden olan patojen *Sclerotium rolfsii* (Teleomorph *Athelia rolfsii*-*Corticium rolfsii*) olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Beyaz çürüklük” veya “Gövde çürüklüğü hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmen toprak kaynaklı polifag bir fungus olup 500'den fazla bitki türünün konukçusu olduğu rapor edilmiştir (Punja, 1988). Konakçılarında küresel düzeyde büyük kayıplara neden olmaktadır. Hastalık nedeniyle bitki ölmeden önce yaprakları önce hafifçe sararmış olup kuruyan bitkiler, hastalık enfeksiyonunun varlığının bir göstergesidir. Genel olarak toprak yeteri kadar nemli ise ekimden 6 hafta sonuna kadar bitkide kök boğazı çürüklüğü de görülebilir.

Hastalıktan etkilenen fideler fungus tarafından üretilen bir toksin etkisi sonucu sararır ve çökebilir ancak daha yaşlı fideler çökme belirtisi gözlenmeden kuruyabilir. Yapraklar da sarkma gözlenmemektedir. Fide topraktan söküldüğünde kök boğazı bölgesinde ve bu kısımdan aşağı doğru olan kısımda çürüme gözlenir. Çürük kısımların beyazımsı miselyal yapılarla kaplı olduğu görülür. Tamamen kurumuş fideler de bile kök kısımlarının ölümünden birkaç gün sonra beyaz bir miselyum tabakası ile kaplı olduğu görülebilir. Hastalıklı fideler erken evre de nemli topraktan sökülürse, sklerotlar (1-2 mm çaplı olup kanola tohumuna benzetilebilir) ve kök boğazının etrafındaki misel yapılar gözlenir. Etmen toprakta, 2-3 yıl canlı kalan sklerotlar halinde yaşayabilir. Diğer taraftan uygun şartlarda hastalıklı bitki kısım veya artıklarında miselyum olarak da ertesi sezona kadar yaşayabilir. Hastalığın görülme sıklığı bitki büyüdükçe azalmaktadır. Ekim sırasında veya fide evresinde, toprak yüzeyinde ayrışmamış olan organik maddelerin varlığı ile aşırı nem hastalık gelişimini desteklemektedir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021).

Kök-kök boğazı (kahverengileşme) hastalığı

Hastalığa neden olan patojen *Rhizoctonia solani* (Teleomorph: *Thanatephorus cucumeris*) olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Kök-kök boğazı (kahverengileşme) hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmen kozmopolit bir tür olup yetiştiriciliği yapılan çok sayıda kültür

bitkisinde ve yabancı otta (32 familyadan 188 türde) hastalık oluşturabilmektedir (Kozaka, 1961). Konakçılarında değişen düzeylerde kayıplara neden olan hastalığın ergin dönem belirtileri *Sclerotium rolfsii* etmenince oluşturulan belirtilere benzemektedir. Hastalık, nispeten yüksek nem içeriği olan topraklarda ekimden 6. haftaya kadar görülebilir. Ancak hastalık, sulu yetiştiricilik koşullarında fide evresi sonrası dönemlerde de ortaya çıkabilmektedir. Hastalanan fidelerde yaprak sapı ve yaprakçıklarda yavaş yavaş sarkma gözlenirse de fidelerde genellikle çökme gözlenmez. Kök boğazı üzerinde belirgin koyu kahverengi lezyonlar gözlemlenir. Ergin bitkilerde koyu kahverengi lezyonlar alt dallara kadar uzanabilir. Sklerot yapısı genel olarak görülmemektedir. Toprak işlemsiz (0 toprak işleme) veya azaltılmış toprak işleme uygulamaları patojenin ve hastalığın gelişimini desteklemektedir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021;).

Kuru kök çürüklüğü hastalığı

Nohut, mercimek, börülcede hastalığa neden olan patojen *Rhizoctonia bataticola* (Sinonim: *Macrophomina phaseolina*) olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Kuru kök çürüklüğü hastalığı” olarak bilinmektedir. Patojen fakültatif saprofit bir yapı da olup hastalık hem tohum hem de toprak kaynaklıdır. Hastalık belirtileri genellikle çiçeklenme ve bakla evresinde bitkilerde kurumalar şeklinde gözlemlenmiştir. Fide evresinde hastalık gözlemlenebilir ve bitki

yaşına bağlı olarak bitkinin hassasiyetinin arttığı bilinmektedir. Yaprak sapının ve yaprakçıkların sarkması genellikle bitkinin tepe kısmı ile sınırlıdır. Bununla birlikte bazı durumlarda bitki kuruduğu halde, en üst yapraklar klorotik olarak gözlemlenir. Hastalıktan etkilenmiş bitkilerde yaprak ve gövde genellikle saman renklidir. Bununla birlikte alt yaprakların ve gövdenin kahverengi olduğu belirtilerle de karşılaşılmaktadır. Bitki söküldüğünde kök ucu kısmı genellikle toprakta kalır. Açıkta kalan köklerde veya gövde kısmı içinde koyu, küçük sclerotial yapılar görülebilir. 30°C'nin üzerindeki sıcaklıklar ve düşük nem varlığı hastalık gelişimini destekler. (Singh ve Allen, 1979; Singh ve Ahlawat, 2005; Anonim, 2016a; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a; Chen ve ark., 2016).

Verticillium solgunluğu hastalığı

Hastalığa neden olan iki *Verticillium* türü (*V. dahliae* ve *V. albo-atrum*) bulunmakta olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Verticillium solgunluğu hastalığı” olarak bilinmektedir. Tek yıllık otsu türler (örn. nohut, mercimek vb.), çok yıllık türler (örn. nane) ve odunsu türler (örn. akçaağaç) dahil 400'den fazla bitki türünde vasküler solgunluk hastalıklarına neden olmaktadır (Berlanger ve Powelson, 2000). Hastalık dünyanın hem ılıman hem de tropikal bölgelerinde yaygındır. Hastalık bitkinin tüm gelişim evrelerinde görülebilmekte ve bitki gelişimini olumsuz etkileyebilmektedir. Hastalık belirtileri bitki türlerine bağlı olarak farklılık göstermekte olup kesin tanım için yeterli olmayabilir. Bununla birlikte, erken dönemde yaprak sararması ve nekroz ile gövde ve kök kısımlarında vasküler renk değişikliği tüm

konukçusu olduğu bitkilerde karakteristiktir. Solgunluk belirtisi en çok sıcak ve güneşli günlerde belirgindir. *Verticillium* solgunluğunun tarla dönemi semptomları *Fusarium* solgunluğuna benzemektedir. Hastalıklı bitkilerin yaprakları solmadan önce sararabilmektedir. Ksilem dokusunda, *F. oxysporum*'un neden olduğundan daha açık renkli olan kahverengi bir renk değişimi gözlenir. *Fusarium* solgunluğunun gelişebildiği yetiştiricilik ve iklim koşullarında *Verticillium* solgunluğu da gelişebilmektedir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021;).

Kök boğazı yanıklığı (Geç yanıklık) hastalığı

Birçok bitki türünde hastalığa neden olan patojen *Phytophthora capsici* üreticiler arasında genellikle “Kök boğazı yanıklığı hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmen toprak kaynaklı bir patojen olup bitkinin tüm dönemlerinde ve toprak altı ve toprak üstü kısımlarında hastalık oluşturabilmektedir. Hastalık belirtileri fidenin çıkışından olgunlaşmaya yakın döneme kadar görülebilir ve hastalık sonucu genellikle bitki ölmektedir. Erken oluşan veya yoğun enfeksiyonlar sonucu ürün alınamayabilir. Yetiştiricilik alanında yeterli su bulunması durumunda etmenin sporları su içinde yüzerek konukçusunun kök boğazına kadar ulaşmaktadır. Hastalıklı bitkilerin kök boğazı kısmı incelendiğinde bu kısmı kuşak gibi saran belirti göze çarpmaktadır. Bu belirti başlangıç evresinde koyu yeşil, ilerleyen evrelerde kahverengiden siyaha dönüşen bir renk olarak görülür. Hastalık

buradan kök bölgesine ulaşır ve bitki solmaya başlar (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021;)

Pythium kök ve tohum çürüklüğü hastalığı

Hastalığa neden olan patojen *Pythium* türleri olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Pythium kök ve tohum çürüklüğü hastalığı” olarak bilinmektedir. Geniş bir konukçu yelpazesine sahip olup *Pythium* türlerinin tamamı ürün kayıplarına neden olmayıp çoğu tek yıllık otsu konukçularda olmak üzere bazı *Pythium* türleri önemli düzeyde verim ve kalite kayıplarına neden olmaktadır. Hastalık gelişimi çevresel koşullara bağlı olup *P. irregulare* ve *P. ultimum* gibi bazı türler nemli ve serin koşullarda gelişirken, *P. aphanidermatum* ve *P. myriotylum* gibi diğer bazı türler yüksek sıcaklıklarda görülebilmektedir (Agrios, 2005). Etmenle bulaşık topraklarda tohumlar çimlenme sırasında enfekte olur ve bu kısım yumuşayarak kahverengileşir, solgunluk ve çökme görülür. Eğer tohumlar hastalıkla bulaşırsa çıkış genellikle zayıf olur ve hastalıklı fideler bodur kalır. Bodur bitkiler genellikle çiçek açmadan önce ölmektedirler. Ergin dönemdeki bitkilerin köklerinin nekrotik, renksiz ve kökçüklerden yoksun olduğu gözlenmektedir. Genel olarak ‘Kabuli’ tane tipi nohut türleri hastalığa ‘Desi’ tane tipi türlerinden çok daha hassastır. (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 20168; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021;).

Külleme hastalığı

Hastalığa neden olan etmenler nohutta *Leveillula taurica* (Sinonim: *Oidiopsis taurica*), mercimekte *Erysiphe pisi* DC. = *Erysiphe polygoni* DC., fasulyede *Erysiphe polygoni*, bezelyede *Erysiphe pisi*, *E. baeumleri*, *E. diffusa*, *E. trifoliorum*, *Golovinomyces orontii*, bakla da *Microsphaera penicillata*, börülce de *Podosphaera phaseoli* (Sinonim: *Sphaerotheca phaseoli*) olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Külleme hastalığı” olarak bilinmektedir. Hastalık konukçularında değişen düzeylerde üretim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Hastalığın şiddetine bağlı olarak tohumlar normalden daha küçük olabilir. Hastalık belirtileri çok hassas genotipler de erken dönemde görülürken genellikle ürünün olgunluk döneminde gözlenmektedir. Tüm bitkilerde ki belirtiler kısmen benzer olmakla birlikte hastalığın şiddetine de bağlı olarak ilk ve genel olarak yaprakların üst kısmında olacak şekilde beyaz ve kabarık miselyal yapı olarak gözlenmektedir. İlerleyen dönem de beyaz renkli miselyal yapı rengi kahverengine veya griye dönüşmektedir. Hastalıktan çok etkilenen yapraklar sararabilmekte, kıvrılabilmekte veya dökülebilmektedir. Bazı konukçuların yaşlı yaprakların her iki yüzeyinde değişen büyüklüklerde beyaz renkli miselyal yapı gelişmekte olup hastalık gövde, genç yaprak ve bakla kısımlarını kaplamaktadır. Serin ve kuru hava, külleme gelişimini desteklemektedir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021;).

Pas hastalığı

Hastalığa neden olan etmenler nohutta *Uromyces ciceris-arietini*, mercimek de *U. cracca*, *U. viciae-fabae* = *U. fabae*, fasulye de *U. appendiculatus*, bezelye de *U. pisi*, *U. viciae-fabae* (Sinonim: *Puccinia fabae*, bakla da *U. viciae-fabae*, börülce de *U. viciae-fabae*, olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Pas hastalığı” olarak bilinmektedir. Hastalık konukçularında değişen düzeylerde verim ve üretim kayıplarına neden olabilmektedir. Hastalığın şiddetine bağlı olarak tohumlar normalden daha küçük olabilir. Hastalık belirtileri çok hassas genotipler de erken dönemde görülürken genellikle ürünün olgunluk döneminde gözlenmektedir. Tüm bitkilerdeki belirtiler kısmen benzer olmakla birlikte hastalığın şiddetine de bağlı olarak hastalığın belirtileri ilk olarak yapraklarda küçük, yuvarlak veya oval, tarçın kahvesi, pudramsı püstüller olarak gözlemlenir. Reaksiyona bağlı olarak oluşan bu püstüllerin birleşmesi veya büyük püstüllerin etrafında küçük püstüllerden oluşan bir halka görülebilmektedir. Oluşan bu halkalar yaprağın her iki yüzeyinde de görülebilmektedir. Sezon sonuna doğru bu pasların renkleri koyu kahverengi-siyahımsı bir renk almaktadır. Konukçuya bağlı olarak pas püstülleri yapraklarda görülmekle birlikte, konukçusunun diğer kısımlarında da görülebilir. Şiddetli enfeksiyonlar da konukçu erken dönemde kuruyabilir. Hastalık gelişimini orta derecede sıcak desteklemekle birlikte serin ve nemli hava pas oluşumunu kolaylaştırmaktadır. Hastalığın yayılması için yaprak epidermisi yırtılır ve olgunlaşmış püstüllerden sporlar serbest kalarak üretim alanlarına dağılır. Hastalığın yayılması için rüzgar gereklidir

(Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021).

Mildiyö hastalığı

Hastalığa neden olan etmenler nohutta *Peronospora ciceris*, mercimekte *Peronospora lentis*, *Peronospora viciae*, fasulyede *Phytophthora phaseoli*, bezelyede *Peronospora viciae*, baklada *Peronospora viciae* f. sp. *fabae*, börülcede *Peronospora parasitica* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Mildiyö hastalığı” olarak bilinmektedir. Hastalık konukçularında değişen düzeylerde üretim ve kalite kayıplarına neden olabilmektedir. Hastalığın şiddetine bağlı olarak tohumlar normalden daha küçük olabilir. Belirtiler fide döneminde başlangıçta sarımsı lekeler şeklinde olup ilerleyen dönemlerde bu lekeler kahverengileşir. Konukçunun hassasiyetine ve hastalık gelişimi için uygun sıcaklığın ve yağışın olduğu dönemde etmen konukçusunun üst yapraklarına yayılarak yaprak veya genç yaprakçıkları ve sürgünleri hastalandırabilmektedir. Hastalıklı yaprakların genel olarak alt yüzeylerinde pamuksu tozlu yapıda grimsi kirli-beyaz renkli fungal yapılar ile yaprağın üst kısmında yağimsi parlak görünüm oluşmaktadır. Bodurlaşma veya cüceleşme görülebilen konukçunun sürgün kısmında rozetleşme ve klorotik renklenme görülebilmektedir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021).

Stemphylium yanıklığı hastalığı

Hastalığa neden olan etmenler nohutta *Stemphylium sarciniforme*, mercimekte *Stemphylium botryosum* (Teleomorph: *Pleospora tarda*), *Stemphylium sarciniforme*, baklada *Stemphylium botryosum*, *S. solani* ve *S. vesicarium* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “*Stemphylium yanıklığı hastalığı*” olarak bilinmektedir. Hastalık bitkiyi genellikle çiçeklenme döneminden itibaren etkilemektedir. Özellikle alt dallarda bulunan yaprak dökülmeleri dikkat çekicidir. Hastalığın ilk belirtileri yaprakçıklarda küçük iğne başlı, açık kahverengi ile ten rengi arasında değişen noktalar olarak gözlenir. Bu lekeler hızlı bir şekilde büyümekte ve 2-3 gün içinde tüm yaprakçık yüzeyini kaplamaktadır. Yaprakçık bulunan bitkilerde lekeler, oval benzeri nekrotik noktalardan oluşmaktadır. Yaprakçıklar ve dallardaki bu bölgeler öncelikle donuk sarı bir renkte sonrasında yanık bir görünümde gözlenmektedir. İlerleyen zamanda yapraklar dökülür ve dalların ucundaki yapraklar kalır. Geniş gri kenarı olan lekeler merkezde koyu kahverengi olarak gözlemlenir. Sapta ise küçük, koyu kahverengi, uzun lekeler olduğu gözlenir. Hastalık gelişimini aşırı vejetatif büyüme, yüksek nem ve serin hava kolaylaştırmaktadır. Dallar eğilmekte, kurumakta ve yavaş yavaş beyaza dönerken baklalar yeşil olarak görünür. Dikkatlice yapılan gözlemde, hastalıklı dallarda beyaz misellerin büyüdüğü görülür (Jackai, 1995; Schwartz ve ark., 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a).

Kurşuni küf hastalığı

Hastalığa neden olan etmen nohut, mercimek ve bezelyede *Botrytis cinerea* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Kurşuni küf hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmen, konukçuya özel olmayan patojen olup çok geniş bir konukçu aralığı bulunmaktadır. Uygun iklim şartlarının devam etmesi sonucu alt yapraklarda karakteristik belirtiler olan kirli beyaz fungal yapıların büyümesi belirgin olarak görülür. Alt yapraklar dökülür ve tüm bitkinin hastalanması sonucu bitki kuruyarak ölür. Sapta, hastalıklı kısımlar açık kahverengi veya beyaz olarak gözlenir ve bitkinin tepe kısmında gri küflü bir büyüme ve çürüme görülür. Belirtiler çiçeklerde de görülür ve çiçekler ölür. Enfekte olmuş baklalarda tane dolmaz, buruşur ve bu taneler çürüyerek kahverengiye döner ve küfle kaplanır. Hastalıkla bulaşık tohumlarda grimsi beyaz miselyum görülebilmektedir. Bu durumda hastalık tohumla bulaşmakta olup, verim ve kaliteyi ise değişen düzeylerde etkilemektedir. Çeşit reaksiyonuna bağlı olarak bazen yaprak ve gövde de herhangi bir belirti gözlemlenmeyebilir. Hastalık gelişimi nemli ve serin sıcaklıklar ile mikro-ortam oluşturan kalın bir bitki örtüsü tarafından desteklenir ve gölge kısımlarda hastalık daha şiddetli görülebilir. Eğer nem çok yüksekse, belirtiler sap, yaprak, çiçek ve baklada fungal sporophores yapısı ile kaplı gri veya koyu kahverengi lezyonlar olarak gözlenmektedir. Bu nedenle erken ekilmiş ürün, geç ekilmiş bir ürüne göre daha fazla hastalığa yakalanabilir (Anonim, 2016a; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Harveson ve ark., 2021).

Çikolata lekesi hastalığı

Baklada ve bezelyede hastalığa neden olan etmen *Botrytis fabae* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Çikolata lekesi hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmen, baklada yaygın olarak görülmekle birlikte dar bir konukçu aralığı bulunmaktadır. Etmen, hemen hemen tüm bakla ekim alanlarında tespit edilmiş nekrotrofik bir fungus türüdür. Hastalığın ilk belirtileri yaprak ve çiçekte görülmektedir. Yapraklarda görülen tipik belirtiler turuncu-kahverengi bir halkayla çevrili koyu kahverengi lekelerdir. Lekeler, 15-22°C sıcaklık ve >%80 nem koşullarındaki üretim alanlarında hızla gelişir ve nekroz oluşturur. En önemli zararlar genellikle baklanın çiçek açtığı dönemde meydana gelmektedir. Çiçeklere bulaşan çikolata lekesi, bakla oluşumunu önleyebilmektedir. Bu aşamada ayrıca baklada tohum lekelerine de neden olabilmektedir. Etmen sporları, hastalıklı bitkide yaşlanmış yapraklarda çıplak gözle görülebilen konidioforlar tarafından üretilmektedir. Etmen bitki artıkları üzerinde miselyum veya sklerot olarak gelecek sezona kadar canlı kalabilir. Fakat iklim koşulları uygun olduğunda konidioforlar tekrar gelişmektedir. Nemli koşullar altında enfekte olmuş bitki parçalarında hastalıklı yaprakların alt yüzeylerinde fungusun spor veren yapıları olan gri renkli çıkıntıları görülebilir. Çikolata lekesi belirtileri, Cercospora yaprak lekesi belirtileri, hatalı herbisit uygulamaları veya fiziksel zararlanmalar sonrası yapraklarda meydana gelen belirtilerle karıştırılabilmektedir. Diğer taraftan *Botrytis cinerea* bazen çikolata lekesi hastalığının gelişmesine katkıda bulunur. Hastalıklı tohumdan hastalığın oluşması nadiren görülmektedir.

Alternaria yaprak yanıklığı hastalığı

Hastalığa neden olan etmenler *Alternaria alternata* ve *Alternaria* sp. olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Alternaria yaprak yanıklığı hastalığı” olarak bilinmektedir. Ascochyta/yaprak yanıklığı ve Kurşuni küf gibi Alternaria yaprak yanıklığı da üründe en fazla gölge oluşumunun gözlemlendiği çiçeklenme ve bakla döneminde gözlemlenir. Hastalık, gelişimi için iklim koşullarının (özellikle sıcaklık ve nem) uygun olduğu şartlarda, Ascochyta/yaprak yanıklığı ve kurşuni küf ile Alternaria yaprak yanıklığı hastalıkları benzer zaman dilimlerinde görülebilir. Hastalığın en belirgin belirtileri alt yaprakların dökülmesi ve seyrek baklaların oluşumudur. Hastalık belirtileri genellikle yapraklarda şiddetlidir. Hastalığın başlangıcında yaprakçıklarda veya yapraklarda gözlenen lezyonlar küçük, dairesel mor renkli ve suda ıslanmış görünümlüdür. Bu lezyonların belirli sınırlı olmayıp klorotik dokuyla çevrilidir. Lekeler ilerleyen dönemde kahverengiden koyu kahverengiye dönmektedir. Nemli hava şartlarında lezyonlar birleşerek yaprak alanını kaplayıp tek tek yaprakçıkların hızla solmasına neden olmaktadır. Uygun hava koşullarında tüm yapraklar ölebilir. Saplarda eğer leke varsa bu lekeler kahverengi ile siyah olup uzundur. Enfekte olan çiçek ölmektedir. Baklada görülen belirtiler ise dairesel, hafif çökük ve düzensiz olarak dağılmakta ve bu kısımlar kirli siyah renge dönmektedir. Olgun baklada lezyon lokalize olup küçük, siyah yüzeysel benekler şeklindedir. Hastalıklı tohum buruşuktur (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve

ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021;).

Sclerotinia beyaz çürüklük hastalığı

Hastalığa neden olan *Sclerotinia* türleri içinde ana etmen *Sclerotinia sclerotiorum* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Sclerotinia beyaz çürüklük hastalığı”, “Kök boğazı çürüklüğü” veya “Beyaz küf hastalığı” olarak bilinmektedir. *S. sclerotiorum* en geniş konukçu yelpazesine sahip olup 400'den fazla bitki türünü enfekte edebilmektedir. *S. minör* etmeninin en az 53 bitki türünde hastalığa neden olduğu ve yer fıstığı, ayçiçeği ve marulda önemli ekonomik kayıplara neden olduğu bilinmektedir. *S. trifoliorum*, 21 bitki cinsi ve baklagillerde ait bitkilerde hastalıklara, özellikle *Medicago* spp. ve *Trifolium* spp.'de önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Her üç hastalık etmeni de hassas olan konukçuları olmadan toprakta sklerotlar olarak 10-12 yıl yaşayabilir. Hastalık genellikle ürün büyüyüp gölge toprak yüzeyini kapladıktan sonra ortaya çıkar. Hastalık, tarlada heterojen dağılmış olarak klorotik veya kuruyan dalların veya bütün bitkilerin görünümü ile karakterizedir. Bu tür kuruyan bitkiler veya dallar, kök boğazı bölgesinde veya dalın herhangi bir noktasında çürüme şeklinde gözlenir. Belirti gözlenen bitkilerin sap, dal veya yaprak/yaprakçıkları sararmakta veya yeşil renkli iken sarkmaktadır. İlerleyen süreçte belirti görülen kısımlar kurur ve saman rengine dönüşür. Enfeksiyondan birkaç gün sonra bitkiler solmaya ve ölmeye başlar. Fungus, hastalıklı bitkiler üzerinde bir sonraki üretim sezonuna geçebilmektedir. Hastalık gelişimini, aşırı vejetatif gelişim, yüksek

toprak nemi ve havanın serin olması desteklemektedir (Singh ve Allen, 1979; Schwartz ve ark., 2005; Singh ve Ahlawat, 2005; Stoddard ve ark., 2010; Anonim, 2016a; Anonim, 2016b; Anonim, 2018a; Anonim, 2018b; Chen ve ark., 2016; Harveson ve ark., 2021).

Phoma yanıklığı ve Phoma yaprak yanıklığı hastalığı

Hastalığa neden olan etmen *Phoma medicaginis* nohut ve mercimek de hastalık yapmakta olup üreticiler arasında genellikle “Phoma yanıklığı” veya “Phoma yaprak yanıklığı hastalığı” olarak bilinmektedir. Hastalık genel olarak konukçusunu generatif evresinde etkilemektedir. Belirtiler antraknoz/yaprak yanıklığına benzer yapıdadır. Yaprak, gövde ve baklada düzensiz, koyu kenarlı açık kahverengi lezyonlar olarak gözlemlenir. Koyu, küçük ve batık olan piknidial yapılar enfekte dokuda düzensiz olarak dağılmaktadır. Enfekteli olan tohumlar renksiz ve buruşuk görünümlüdür (Anonim, 2016a; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a).

Fasulye köşeli yaprak lekesi hastalığı

Hastalığa neden olan etmen *Pseudocercospora griseola* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Fasulye köşeli yaprak lekesi hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmenin konukçuları fasulye ve bazı yemelik baklagillerdir. Hastalık etmeni; konukçusunun gövdesinde, yaprağında, baklasında ve tohumlarında önemli düzeyde zarara neden olmaktadır. Eğer hastalık kontrol altına alınmazsa konukçu tamamen kuruyarak ölmektedir. Hastalığın şiddetine de bağlı olarak zamanından önce yapraklarda dökülme, tohum kabuğu ve baklada lekeler görülmektedir.

Yaprak da görülen lekeler damarlarla sınırlı olup köşeli kahverenkli olarak görülür. Bu lekeler ilerleyen zamanla birleşir ve yaprağı kurutur. Etmen tüm fasulye üretim alanlarına yayılmış olup üretimde %40-80 düzeyinde zarara neden olduğu rapor edilmiştir. (Canpolat ve Maden, 2017; Anonim, 2018c).

Fasulye adi yaprak yanıklığı hastalığı

Hastalığa neden olan etmen *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Fasulye adi yaprak yanıklığı hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmenin tek konukçusu fasulyedir. Hastalık, tohumla ve toprakta bulunan hastalıklı bitki artıklarından bulaşır ve şiddeti yağış sonrası havanın aniden ısınmasıyla artar. Hastalığın ilk belirtileri çenek yapraklarında gözlenir. Gerçek yapraklarda ise başlangıç evresinde düzensiz, küçük ve ıslak görünümlü olan lekeler, ilerleyen süreçte büyümekte ve birleşmektedir. Bu lekeler koyu kahverengi olup kuruyan lekelerin etrafında parlak sarı renkli dar bir bant oluşumu gözlenir. Kapsülde görülen belirtiler ise yağlı görünümde ve iç kısma doğru çökük olarak gözlenir. Nemli hava şartlarında kapsüllerin üzerinde görülen lekeler ve bakteriyel akıntı sarı renklidir. İlerleyen dönemde bu lekeli kısımlar kurumakta ve kızıl renk almaktadır. Tohum rengi beyaz olan fasulye çeşitlerinde tohum enfeksiyonu sonrası tohumların üzerinde sarı-kahverengi renkli ve şekilsiz lekeler gözlenir. Hastalığın sapta görülen belirtileri koyu yeşil renkli olup ilerleyen zamanla birlikte kahverengili çizgi şekilli lekeler olarak görülmektedir (Anonim, 2015; Candemir, 2022).

Fasulye hale yanıklığı hastalığı

Hastalığa neden olan etmen *Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*, olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Fasulye hale yanıklığı hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmenin konukçuları fasulye ve bazı yemeklik baklagillerdir. Kışı hastalıklı tohum ve bitki artıkları üzerinde geçiren etmen, tohumla veya toprakta bulunan hastalıklı bitki artıkları ile konukçusuna bulaşır. Serin ve yağışlı havalarda hastalığın şiddeti artmaktadır. Hastalığın ilk belirtileri köşeli, küçük gri-yeşil renkli ve yağ görünümlü lekeler olarak çenek yapraklarında gözlenir. Gerçek yapraklarda görülen belirtiler ise başlangıç evresinde kahverengi merkezli ve etrafı yeşil bir hale ile çevrili lekeler olarak gözlenir. Kapsülde görülen belirtiler ise koyu yeşil renkli, yuvarlak ve ıslak görünümlü leke veya çizgiler olarak gözlenir. Kapsül ve gövde üzerinde ki lekelerde bazen görülen bakteriyel akıntı krem renklidir. Tohum rengi beyaz olan fasulye çeşitlerinde tohum enfeksiyonu sonrası tohumların üzerinde sarı renkli alanlar gözlenir (Anonim, 2015; Candemir, 2022).

Bean common mosaic necrosis virus (BCMNV)

Hastalığa neden olan etmen Bean common mosaic necrosis virus (BCMNV), olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Fasulye adi mozaik virüsü hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmenin konukçuları fasulye, bazı acı yabani fasulye türleri ve bakladır. Virüsün ırkına, fasulye çeşidine, yetiştiricilik şartlarına (özellikle sıcaklık) ve bitkinin enfekte olduğu döneme göre hastalığın belirtileri değişmektedir. Yaprak da görülen belirtiler şekil bozukluğu, kabarıklık, buruşukluk ve

yaprağın aşağıya doğru kıvrılmasının yanı sıra parlak yeşil-sarı ve koyu yeşil mozaik lekeler şeklinde, damarlarda görülen belirtiler ise damar koyu yeşil renkli olduğu süreçte damar arası kısımlar ise parlak yeşilimsi sarı renkli olarak gözlenir. Bitkinin gövde kısmı ve baklası enine kesildiğinde iletim demetleri kahverengi olarak görülmektedir (Anonim, 2015; Yeken ve ark., 2018).

Bean yellow mosaic virus (BYMV)

Hastalığa neden olan etmen Bean yellow mosaic virus (BYMV), olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Fasulye sarı mozaik virüsü hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmenin konukçuları fasulye, acı bakla, bakla, bezelye ve soya gibi baklagiller olup kırmızı üçgül, fiğ, ak üçgül, yonca gibi yem bitkilerinin yanı sıra glayöl ve menekşe gibi bazı süs bitkileridir. Virüsün ırkına, fasulye çeşidine, yetiştiricilik şartlarına (özellikle sıcaklık) ve bitkinin enfekte olduğu evreye göre hastalığın belirtileri değişmektedir. Hastalığın tipik belirtileri yapraklarda görülen parlak sarı renkli lekeler ve beneklenmelerdir. Yaşlı yapraklarda görülen belirtiler daha belirgindir. Bu belirtiler dışında aşağı doğru kıvrılan bir görünüm aldığı gözlenen yaprak sertleşmekte ve kırışık olarak gözlenmektedir. Bitkinin erken enfeksiyonunda bitki gelişmemekte, boyu kısa kalmakta ve geç dönemde çiçeklenip meyve tutmaktadır. Bazı fasulye tiplerinde şiddetli enfeksiyon sonucu sürgün uçlarında nekroz ve geriye doğru ölümler gözlenmektedir (Anonim, 2015; Ulum ve ark., 2020).

Tobacco mosaic virus (TMV)

Hastalığa neden olan etmen Tobacco mosaic virus (TMV), olup hastalık üreticiler arasında genellikle “Tütün mozaik virüsü hastalığı” olarak bilinmektedir. Etmenin konukçuları fasulye, börülce, soya, domates, patlıcan, biber, patates, tütün, sarımsak, kereviz ve bazı süs bitkileridir. Etmenin enfeksiyonu sonucu oluşan belirtiler kök, gövde ve yapraklar gözlenmektedir. Etmen tohumun dış yüzeyinde tohum kabuk kısmında bulunabilmektedir. Etmen, hastalıklı konukçusu olduğu bitki artıklarında, yabancı otlarda, tütün ve tütün mamullerinde, bulaşık topraklarda uzun süre hastalık yapma yeteneğini sürdürebilir. Erken enfeksiyonlar sonucu bitkide gelişme geriliği ve bodurlaşmalarda gözlenir. Tepe yapraklarında küçülmeler ve deformasyonlarda görülür (Anonim, 2015; Anonim, 2016a; Chen ve ark., 2016; Anonim, 2018a).

KAYNAKLAR

- Agrios, G.N. (2005). Plant pathology. 5th Edition-Elsevier Academic Press, Amsterdam
- Anonim (2015). Yemelik baklagil hastalık ve zararlıları ile mücadele. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı ve Karantina Daire Başkanlığı, https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/Uretici_Bilgi_Kosesi/Dokumanlar/yemelik_baklagil.pdf, (Erişim tarihi: 27.08.2022)
- Anonim (2016a). Chickpea section 9 diseases GRDC GrowNotes™ - Chickpea, <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/chickpeagrownotes/GrowNote-Chickpea-North-9-Diseases.pdf>, (Erişim tarihi: 27.08.2022)
- Anonim (2016b). Faba bean section 9, diseases - GRDC GrowNotes™ - Faba Bean - South, <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/faba-bean-southern-region-grownotes/GrowNote-Faba-South-9-Diseases.pdf>, (Erişim tarihi: 02.09.2022)
- Anonim (2018a). Lentil section 10 diseases GRDC GrowNotes™ - Chickpea, <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/lentil-southern-region-grownotes/GrowNote-Lentil-South-10-Diseases.pdf>, (Erişim tarihi: 29.08.2022)
- Anonim (2018b). Field pea section 9 diseases GRDC GrowNotes™ - Field Pea, <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grownotes/crop-agronomy/field-pea-southern-region-grownotes/GrowNote-Peas-South-9-Diseases.pdf>, (Erişim tarihi: 03.09.2022)
- Anonim (2018c). Bitki hastalıkları ve yabancı ot zirai mücadele teknik talimatları. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü, Bitki Sağlığı ve Karantina Daire Başkanlığı, 391 s.
- Berlanger, I., Powelson, M.L. 2000. *Verticillium* wilt. *The Plant Health Instructor* DOI: 10.1094/PHI-I-2000-0801-01

- Candemir, Ö. (2022). Türkiye'de yaygın olarak yetiştirilen fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinin bakteriyel adi yaprak yanıklığı (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) hastalığına dayanıklılığının moleküler işaretleyiciler ve patojenite testleri kullanılarak belirlenmesi (Yüksek Lisans Tezi) Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa
- Canpolat, S., Maden, S. (2017). Determination of the inoculum sources of angular leaf spot disease caused by *Pseudocercospora griseola*, on common beans. *Plant Protection Bulletin* 57 (1): 39-47
- Chen, W., Sharma, H.C., Muehlbauer, F.J. (2016). Infectious diseases. (Part I) In: Compendium of chickpea and lentil diseases and pests (eds. Weidong Chen, Hari C. Sharma, and Fred J. Muehlbauer), American Phytopathological Society Press, USA
- Freeman, A.J., Aftab, M. (2011). Effective management of viruses in pulse crops in south eastern Australia should include management of weeds. *Australasian Plant Pathology* 40: 430-441.
- Harveson, R.M., Pasche, J.S., Porter, L., Chen, W., Burrows, M. (Eds.). (2021). Compendium of pea diseases and pests. St. Paul, MN: American Phytopathological Society
- Jackai, L.E. (1995). Integrated pest management of borers of cowpea and beans. *International Journal of Tropical Insect Science* 16 (3-4): 237-250
- Kozaka, T. (1961). Ecological studies on sheath blight of rice plant caused by *Pellicularia sasakii* and its chemical control. *Chugoku Agric. Res* 20: 1-13
- Nene, Y.L., Sheila, V.K., Sharma, B.S. (1996). A world list of chickpea and pigeonpea pathogens, 5th edn. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru
- Nene, Y.L., Reddy, M.V., Haware, M.P., Ghanekar, A.M., Amin, K.S., Pande, S.K., and Sharma, M. (2012). Field diagnosis of chickpea diseases and their control. Information Bulletin No. 28 (revised). (Updated and revised by Suresh Pande and Mamta Sharma) 56 p.
- Punja, Z.K. (1988). *Sclerotium (Athelia) rolfsii*, a pathogen of many plant species. In: Sidhu GS, ed. Genetics of plant pathogenic fungi. Academic Press, London

- Schwartz, H.F., Steadman, J.R., Hall, R., Forster, R.L. (2005). Compendium of bean diseases. 2nd Edition. APS Press - *The American Phytopathological Society*, USA
- Singh, D.P., Ahlawat, I.P.S. (2005). Greengram (*Vigna radiata*) and blackgram (*V. mungo*) improvement in India: Past, present and future prospects. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 75 (5): 243-250
- Singh, S.R., Allen, D.J. (1979). Cowpea pests and diseases. Manual. International Institute of Tropical Agriculture Ibadan Nigeria Manual Series, 2: 114
- Stoddard, F.L., Nicholas, A.H., Rubiales, D., Thomas, J., Villegas-Fernández, A.M. (2010). Integrated pest management in faba bean. *Field crops research*, 115 (3): 308-318
- Ulum, M., Çulal Kılıç, H., Yardımcı, N. (2020). Burdur ilinde yetiştirilen fasulye bitkilerinde bean yellow mosaic virus (BYMV)'ünün araştırılması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 24 (1): 43-47.
- Yan, J., Yuan, S., Jiang, L., Ye, X., Bun, T., Wu, Z. (2015). Plant antifungal proteins and their applications in agriculture. *Applied Microbiology and Biotechnology* 99: 4961-4981
- Michielse, C.B., Rep, M. (2009). Pathogen profile update: *Fusarium oxysporum*. *Mol. Plant Pathology* 10: 311-324
- Yeken, M.Z., Özer, G., Çelik, A., Çiftçi, V. (2018). Türkiye'de ticari fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşitlerinde bean common mosaic virus ve bean common mosaic necrosis virus etmenlerine dayanıklılıkla ilişkili genlerin karakterizasyonu. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5 (4): 613-619
- Zaccardelli, M., Vitale, S., Luongo, L., Merighi, M., Corazza, L. (2008). Morphological and molecular characterization of *Fusarium solani* isolates. *Journal of Phytopathology* 156: 534-541



IKSAD
Publishing House



ISBN: 978-625-8213-46-1