

Şeker Pancarı

(*Beta vulgaris* L.)

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA



ŞEKER PANCARI

(*Beta vulgaris L.*)

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY
Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ
Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

YAZARLAR

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN
Prof. Dr. Tolga KARAKÖY
Doç. Dr. Emre EVLİCE
Doç. Dr. Mustafa ALKAN
Doç. Dr. Rahim ADA
Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖLMEZ
Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ
Arş. Gör. İlker YÜCE
Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA
Arş. Gör. Muhammed TATAR
Zir. Müh. Osman ÇETİN
Betül YÜCEL
Hale YILDIZ



Copyright © 2023 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.

Iksad Publications – 2023©

ISBN: 978-625-367-204-1

Cover Design: Tolga KARAKÖY

July / 2023

Ankara / Türkiye

Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris* L.)'NİN TARİHÇESİ VE TİCARİ ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY.....3

BÖLÜM 2

ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris* L.)'NİN BOTANİK ÖZELLİKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ

Hale YILDIZ

Betül YÜCEL

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY.....15

BÖLÜM 3

ŞEKER PANCARINDA TOPRAK VE İKLİM İSTEĞİ

Arş. Gör. İlker YÜCE

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN.....29

BÖLÜM 4

ŞEKER PANCARINDA GÜBRELEME

Arş. Gör. İlker YÜCE

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN.....43

BÖLÜM 5

ŞEKER PANCARINDA SULAMA

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN.....73

BÖLÜM 6

ŞEKER PANCARINDA BAKIM VE HASAT

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

Doç. Dr. Rahim ADA

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY.....87

BÖLÜM 7

ŞEKER PANCARI ISLAHI

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

Doç. Dr. Rahim ADA

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY.....103

BÖLÜM 8

ŞEKER PANCARI HASTALIKLARI

Arş. Gör. Muhammed TATAR

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖLMEZ.....131

BÖLÜM 9

ŞEKER PANCARI ZARARLILARI VE ENTEGRE ZARARLI YÖNETİMİ

Arş. Gör. Muhammed TATAR

Doç. Dr. Emre EVLİCE.....183

BÖLÜM 10

ŞEKER PANCARINDA ZARARLI BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR

Zir. Müh. Osman ÇETİN

Doç. Dr. Mustafa ALKAN

Doç. Dr. Emre EVLİCE.....217

BÖLÜM 11

ŞEKER PANCARINDA YABANCI OT VE MÜCADELESİ

Arş. Gör. Muhammed TATAR.....249

ÖNSÖZ

Dünyada üretilen Şekerin %80'ini Şeker kamışı oluşturmaktadır. Şeker pancarı ise Şeker kamışı için alternatif bir ürün olmakla birlikte dünyadaki Şekerin beŐte birini üreten ikinci önemli Şeker bitkisidir. Türkiye'de ise Şeker üretiminin %95'i Şeker pancarından, geri kalanı ise niŐasta bazlı olarak üretilmektedir. Şeker pancarı Türkiye'de tarım sektöründe ve tarıma dayalı sanayi üretiminde önemli bir rol oynamakta ve ülke için önemli katma değer sağlamaktadır. Ayrıca tarım sektörünün yanı sıra hayvancılık, gıda, kimya, ilaç, tarımsal makine ve taŐımacılık sektörüne de ekonomik olarak katkı sağlamaktadır.

Tarımsal uygulamalar ve bitki ıslahındaki gelişmeler, hastalık ve zararlıların belirlenmesi ve yönetimi Şeker pancarı üretimindeki geliŐmeleri artırmıştır. Günümüzde tarımsal uygulamaların geliştirilmesi, tohum üretimi, hasat sonrası kalite analizleri, kuraklık ve tuz toleransı, hastalık ve zararlılara dayanıklılık Şeker pancarında devam eden çalışmalar arasında yer almaktadır. Bu kitap Şeker pancarı tarihçesi, taksonomisi, botanik özellikleri, Şeker pancarı yetiştiriciliğinde ekimden hasada kadar uygulanan agronomik işlemleri, bitkinin hastalık ve zararlıları için tespit ve mücadele yöntemlerini, Şeker pancarında kullanılan klasik ıslah yöntemleri ve biyoteknolojik uygulamaları konu almaktadır. Kitabın bu alanda çalışan öğrenciler, araştırmacılar ve üreticiler için faydalı olmasını dileriz.

Kitabın hazırlanma aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Seyithan SEYDOŐOđLU'na, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İKSAD yayınevi çalıŐanlarına teŐekkürlerimizi sunarız.

Editörler

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA

BÖLÜM 1

ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris L.*)'NİN TARİHÇESİ VE TİCARİ ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ¹

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8205902>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: ycilesiz@sivas.edu.tr, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4313-352X>

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, E-mail: tkarakoy@sivas.edu.tr, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5428-1907>

1. Şeker Pancarı'nın Tarihçesi

Kimyasal adı sakkaroz olarak bilinen ve insan vücudun temel fonksiyonları için gerekli olan şeker, kalorisi yüksek, nispeten ucuz ve beslenme açısından önemli bir gıda maddesidir. Tatlandırma, enerji verme ve koruma özelliklerinin bir sonucu olarak şeker, çok çeşitli yiyecek ve içeceklerin önemli bir bileşenidir. Diğer şekerlerden (örneğin tahıllardan elde edilen izoglukoz ve mısırdan elde edilen fruktoz) ve suni tatlandırıcılardan (örneğin sakarin, aspartam ve siklamat) kaynaklanan rekabete ilişkin endişelere rağmen, şekere olan ihtiyaç hızla artmaya devam etmektedir. Tarım ve tarıma dayalı sanayinin gelişmesinde önemli rol oynayan şekerin hammaddesi şeker kamışı ve şeker pancarıdır. Bu sebeple son 60 yılda şekere ve dolayısıyla şeker kamışı ve şeker pancarına olan talep dünya genelinde beş kat artmıştır (Raski, 1950; Pidgeon ve ark., 2001; Graff, 2003).

Yapılan araştırmalar, M.Ö. dönemlerde Hindistan'da şeker kamışından şeker elde edildiğini ortaya koymuştur. M.Ö. 327'de İskender ordularının Hindistan'a yaptığı sefer esnasında İran'daki şeker imalâthanelerini gördükten sonra şeker keşfetmişlerdir. Bu dönemlerde şeker kamışından çok az şeker üretilmesinden kaynaklı pahalı olması sebebiyle zenginler tarafından lüks gıda maddesi olarak kullanılmıştır (Gebhard ve ark., 2003).

Şeker pancarına ilk olarak M.Ö. 8'inci asırda Babil kralı Maradach Balad'ın sebze bahçesinde yetiştirdiği bitkiler arasında rastlanmaktadır. Bu dönemde tatlılığı bilinmesine rağmen bitkiden, şeker elde etmeyi düşünmemişlerdir (Stevanato ve Panella, 2013). “Andreas Sigismund Marggraf” isimli Alman kimyacı, yaptığı çalışmalar esnasında şeker pancarının kristalleşen tatlı bir madde içerdiğini keşfetmiştir. Bu madde şeker kamışından elde edilen şekerin aynısıydı. Marggraff böylece şeker pancarının ilk kez şeker kaynağı olarak kullanılabileceğini 1747 yılında ispatlamıştır. İlk pancar şekerinin 1786 yılında Fransız bir öğrencinin (Carl Archard) Berlin civarında bulunan çiftliğinde yetiştirdiği yüksek şeker oranına sahip pancar cinsinden elde ettiği bildirilmiştir. Archard, elde ettiği şekerini 1799'da Prusya Kralı Frederick Wilhem III'e sunmuştur. Ardından Prusya kralının da desteği ile 1802 yılında Achard tarafından ilk şeker fabrikası Cuneo'da kurulmuştur. Sonrasında Fransızlar Saint Quen ve Chekhes'de iki şeker fabrikası kurmuşlardır. Bu dönemde yetiştirilen pancarların şeker oranı % 7-10 seviyelerindeydi. Kurulan bu fabrikalar, Hindistanda esirler çalıştırılarak şeker

kamışından elde edilen şeker ile rekabet edemediklerinden bir süre sonra kapatılmıştır. Napoleon'un 1806 da İngilizlere karşı kurduğu kara ablukası, Hindistandan şeker ithalini durdurmuş ve şeker fiyatlarının yükselmesine sebep olmuştur. Böylece şeker pancarı tekrar önem kazanmıştır (Raski, 1950; Doney, 1983; Stevanato ve Panella, 2013).

17. yüzyılda Amerika'da şeker kamışından elde edilen ham şeker, Avrupa limanlarındaki tasfiyehanelerde rafine edilerek Avrupa'nın şeker ihtiyacı karşılanmıştır. Öncesinde meyve ve sebze sularıyla yetinilmekteydi ve bu nedenle suyu tatlı olan herhangi bir bitki çok değerliydi. Şeker kamışı, yüzyıllardır tropikal bölgelerde büyük oranda yetiştirilmesine rağmen şeker pancarı, 19. yüzyılda ılıman bölgelerde ortaya çıkan ve ancak 20. yüzyılda geniş çapta yayılan nispeten yeni bir ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Günümüzde yaklaşık olarak 50 farklı ülkede (Brezilya, ABD, Almanya, Hindistan, Rusya, Fransa, Türkiye, Meksika, Çin, Ukrayna, Polonya vb.) şeker pancarı yetiştiriciliği yapılmaktadır. Dünyadaki şeker ihtiyacının dörtte biri (%74,4'ü şeker kamışından, %25,6'sı ise şeker pancarından) şeker pancarından sağlanmaktadır (Mall ve ark., 2021). Şeker pancarı bir endüstri bitkisidir ve ülkemize sağladığı katma değer bakımından endüstri bitkileri içinde 2. sırada yer almaktadır.

Şeker pancarı ilk olarak hayvan ve insan beslenmesinde kullanılmak üzere bahçe sebzesi olarak yetiştirilmekteydi. Günümüzde ise daha geniş tarım alanlarında tarla bitkisi olarak yetiştirilmektedir. Şeker pancarı, dünya çapındaki bu yaygınlığına rağmen, esasen ılıman bölgelerde yetişen bir bitkidir (Draycott, 2008). Ürün, coğrafi olarak geniş bir alana yayılmış olup çeşitli toprak türlerinde başarılı bir şekilde yetiştirilmektedir. İlkbahar ve sonbaharda aşırı nemli ve kil içeriği çok yüksek olan topraklarda üretim sınırlanmaktadır. İliman iklime sahip, toprakların derin ve fiziksel olarak iyi durumda olduğu hemen hemen her yerde yetiştirilebilmektedir (Scott ve Jaggard, 1993; Draycott, 2008).

Bitki ıslahı, bitkinin ve dolayısıyla mahsulün üretkenliğindeki gelişmelere büyük oranda katkı sağlamıştır. İslah çalışmaları sayesinde taze kökün şeker konsantrasyonu yaklaşık olarak %12'den %20'ye yükseltilmiştir. Bitki ıslahı ile kökün veriminde ve kimyasal özelliklerinde sağlanan iyileştirmeler, işleme fabrikalarında çıkarılan beyaz şeker miktarını artırmaya devam etmektedir. Seçim, verim ve kalitedeki bu gelişmelerin yanı sıra, bitki

besleme ve toprak yönetimindeki ilerlemelerden büyük ölçüde olumlu etkilenmiştir. Yirminci yüzyılda, mahsulün yetiştirildiği her ülkede araştırmalar hızla ilerlemiştir (Gebhard ve ark., 2003; Draycott, 2008).

İnsanoğlu her zaman tatlıya düşkün olmuştur. Şeker kamışı ve pancarı üreten ülkelerdeki şeker endüstrileri, bu tatlı ihtiyacını karşılayarak kâr elde etmeyi amaçlamışlardır. 18. yüzyılın sonlarında ilkel fabrikalarda, mahsulün tarla ölçeğinde ekimi ile birlikte, süreci sanayileştirmek için çeşitli girişimlerde bulunulmuştur. Bu girişimlerin neredeyse tamamı başarısız olmuştur. Geçtiğimiz 200 yıl boyunca, birçok yanlış başlangıçtan sonra, şeker pancarı endüstrisi, dünya çapında sağlam bir şekilde yerleşmiştir (Pathak ve Kapur, 2013). Şeker pancarı endüstrileri ilk olarak Avrupa'da kurulmuş olup, sonrasında üretim ve işleme yöntemleri kanıtlanmış olarak dünyanın diğer bölgelerine yayılmıştır. Şeker fabrikaları, Amerika, Asya ve Kuzey Afrika'da ürün yetiştirmeye uygun alanlarda inşa edilmiştir.

2. Türkiye’de Kurulan Şeker Fabrikalarının Tarihi

Türkiye’nin şeker ihtiyacını karşılamak ve dışa bağımlılığı azaltmak için 1840’lı yıllarda fabrika açma girişimlerinde bulunmasına rağmen yeterli teşvik sağlanamadığından bir süre fabrika açılmamıştır. Cumhuriyetin ilân edildiği süreçlerde Uşak’lı Molla Ömeroğlu Nuri (Şeker) isimli bir çiftçi tarafından 51 kişilik bir kurucu heyeti oluşturulmuş ve 600.000 TL sermaye ile 19.04.1923 tarihinde Uşak Terakkü Ziraat Türk Anonim Şirketi’nin temelleri atılmıştır. Fabrika 17.12.1926 tarihinde işletmeye açılan Türkiye’nin ilk şeker fabrikasıdır (Erdoğan, 2017). Bu fabrikanın kurulması sürecinde tecrübe kazanan kişiler; Ziraat Bankası, Trakya İlleri Özel İdare Müdürlükleri, Türkiye İş Bankası A.Ş. gibi firmaların işbirliği ile (1925 yılında) 500 bin lira sermaye kullanarak İstanbul ve Trakya Şeker Fabrikaları Türk Anonim Şirketi’ni kurmuştur. Bu şirket sayesinde 11 ay gibi kısa bir sürede Alpullu Şeker Fabrikası’nın temelleri atılmıştır. Fabrika 26.11.1926 tarihinde ilk Türk şekerini üretmiştir. Bu tarih Türkiye’nin şeker sanayinin kuruluş günü olarak kabul edilmektedir. Ardından bu fabrikalara ek olarak, “Anadolu Şeker Fabrikaları Türk Anonim Şirketi” tarafından 5.12.1933 tarihinde Eskişehir Şeker Fabrikası ve “Turhal Şeker Fabrikası Türk Anonim Şirketi” tarafından 19.10.1934 tarihinde Turhal Şeker Fabrikası kurulmuştur. Böylece 1923 yılından 1934 yılına kadar geçen süreçte şeker fabrikalarının sayısı 4’e ulaşmıştır. Şeker fabrikalarının bir çatı altında

toplanarak tarımsal, teknik ve idari çalışmaların koordine edilmesi, sermaye kaynaklarının birleştirilmesi, şeker politikalarının tek elden yürütülmesi, fabrikalar arasında teknik ve mali dayanışmanın sağlanması amacıyla 06.07.1935 tarihinde, üç milli bankamızın eşit paylarla ortak oldukları tek bir şirket çatısı altında toplanarak, 22 milyon sermayeli “Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş.” kurulmuştur. 1950 yılına kadar Şeker üretim faaliyetleri bu dört şeker fabrikası ile yürütülmüştür (Dilek ve ark., 2021; Çekin, 2022). Her yıl artan şeker ihtiyacının tamamen yerli üretimle karşılanabilmesi için 1951 yılında hazırlanan “Şeker Sanayi’nin Tevsi Programı” ile yeni şeker fabrikaları kurulması dönemine girilmiş olup, pancar yetiştiricilerinin teşkilatlandırılması amacı ile kooperatifleşme hareketi başlamıştır. 1951-1956 yıllarını kapsayan dönemde toplam on bir yeni şeker fabrikası, 1977-2001 yılları arasında Ankara, Elbistan, Kastamonu, Ereğli, Afyon, Muş, Çarşamba, Ilgın, Bor, Ağrı, Erciş, Çorum, Kars, Yozgat ve Kırşehir Şeker Fabrikaları işletmeye açılmıştır. (Tablo 1) (Erdinç, 2017).

Tablo 1. Türkiye’de kurulan şeker fabrikaları ve kuruluş yılları

Fabrika Adı	Kuruluş Yılı
Uşak Terakkii Ziraat Türk Anonim Şirketi	17.12.1926
Alpullu Şeker Fabrikası	02.11.1925
Eskişehir Şeker Fabrikası	5.12.1933
Turhal Şeker Fabrikası	19.10.1934
Ankara Şeker Fabrikası	1962
Kastamonu Şeker Fabrikası	1963
Afyon Şeker Fabrikası	1977
Muş Şeker Fabrikası	1982
Ilgın Şeker Fabrikası	1982
Bor Şeker Fabrikası	1983
Ağrı Şeker Fabrikası	1984
Elbistan Şeker Fabrikaları	1985
Erciş Şeker Fabrikaları	1989
Ereğli Şeker Fabrikaları	1989
Çarşamba Şeker Fabrikaları	1989
Çorum Şeker Fabrikası	1991
Kars Şeker Fabrikası	1993
Yozgat Şeker Fabrikası	1998
Kırşehir Şeker Fabrikaları	2001
Çumra şeker fabrikası	2004
Boğazlıyan Şeker ve Mamulleri Entegre Tesisi	2006
Aksaray Şeker Fabrikası	2006

3. Şeker Pancarı Tarımının Önemi ve Ekonomiye Katkıları

Şeker pancarı, endüstri bitkisi olmasından kaynaklı Türkiye ve diğer birçok ülkede (Brezilya, Hindistan, Amerika vb.) tarım politikaları içerisinde öncelikli konumdadır. Türkiye’de şeker pancarı tarımı; tarıma dayalı sanayi üretimine sağladığı faydalar ve ekonomiye kazandırdığı katma değer yanı sıra, istihdam sağlayarak köyden kente göçü engellemekte ve sosyo-ekonomik faydalar sağlamaktadır. Örneğin iki dekarlık şeker pancarı yetiştiriciliği ve hasat sonrasında bu pancarın işlenmesi için ortalama 15 insan gücüne ihtiyaç vardır. Sağladığı istihdam ve kendinden sonra ekilen bitki verimine olumlu etki yaptığı için tarımsal üretimde devamlılığı sağlamaktadır. İşlendikten sonra elde edilen yan ürünlerin çoğu (melas, posa) stratejik olup tarıma dayalı sanayide önemli bir rol oynayarak ülke tarımına ve ekonomisine katkıda bulunmaktadır (Eştürk, 2018).

Ülkemizde yapılan şeker pancarı yetiştiriciliği; tarım (yaklaşık 500 bin çiftçi), hayvancılık (yem, ilaç, et, süt), işlenmiş temel gıdalar, istihdam, nakliye ve birçok farklı hizmet sektörüyle bütünleşmiş durumdadır. Şeker pancarı üretimi; bitkisel ve hayvansal üretimin gelişmesine, azami derecede endüstriyel girdiler kullanılmasına, toprakların fiziki yapıları ve ekolojik dengenin iyileşmesine katkı sağlamakta, kendinden sonra ekilecek ürünlerin verimlerini azami ölçüde arttırmaktadır. Şeker pancarından çıkarılan şeker, diğer endüstri bitkilerinden elde edilen alternatif ürünlere göre, iç ve dış pazarda verimlilik, katma değer ve kârlılık yönünden daha üstündür. Şeker fabrikalarında istihdam edilen yaklaşık 35.000 işçi (ayçiçeğine göre 5, buğdaya göre 20 kat daha fazla istihdam) tüm sanayi kesiminde çalışan işçilerin % 1.2’sini oluşturmaktadır. Ayrıca taşıma sektöründe her yıl yaklaşık olarak 25-30 milyon ton iş hacmi yaratmakta olup, ülke ekonomisine yaptığı toplam ekonomik katkı 1.2 milyar dolar seviyelerindedir (Faruk, 2015; Erdinç, 2017; Eştürk, 2018).

Tablo 2. 2010-2022 yılları arasındaki Türkiye şeker pancarı ekim, üretim ve verim miktarları

Yıl	Ekilen alan (dekar)	Üretim (ton)	Verim (kg/dekar)
2010	3 291 669	17 942 112	5 451
2011	2 972 648	16 126 489	5 425
2012	2 806 945	14 919 940	5 436
2013	2 913 282	16 488 590	5 660
2014	2 887 851	16 743 045	5 798
2015	2 744 873	16 022 783	5 837
2016	3 224 477	19 592 731	6 076
2017	3 392 742	21 149 020	6 234
2018	2 921 044	17 436 100	5 969
2019	3 137 891	18 054 320	5 754
2020	3 381 078	23 025 738	6 810
2021	3 054 051	17 767 085	5 818
2022	2 975 096	19 253 962	6 472
Ortalama	3 023 754	18 040 147,31	5 894

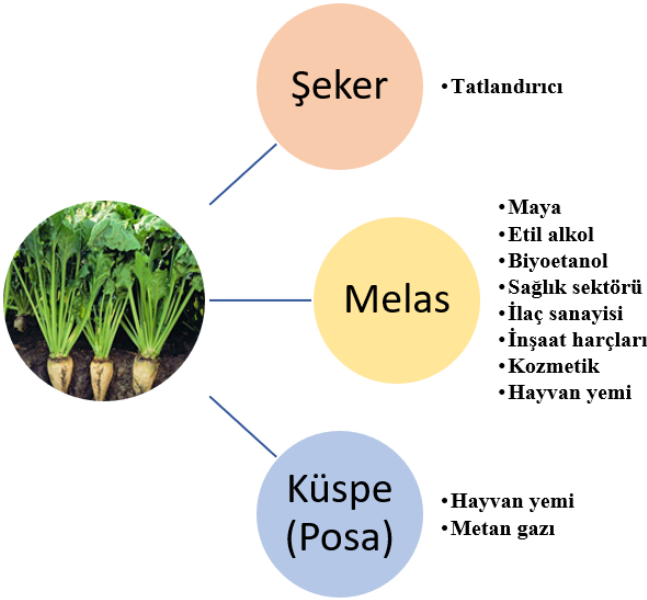
Kaynak, TÜİK

Ülkemizde 2010-2022 yılları arasında ortalama 3 milyon dekarlık bir alanda yetiştirilen şeker pancarından ortalama 18 milyon ton üretim yapılmıştır. 13 yıllık bu süreç değerlendirildiğinde şeker pancarı yetiştiriciliğinden alınan verim ortalama 5.894 kg/da olarak belirlenmiştir (TÜİK, 2023). Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü'nün 2022 yılında yayınladığı şeker pancarı ürün raporunda 2021/22 pazarlama yılında yetiştirilen şeker pancarlarından Türkiye'de 2 milyon 520 bin ton şeker üretimi gerçekleştiği belirtilmiştir.

Şeker pancarı yetiştiriciliği, çiftçiyi tarımsal üretimde teşvik ve motive edici önemli bir üretim koludur. Ülkemizde tüketilen toplam gübrenin yaklaşık olarak %10'u şeker pancarı tarımında kullanılmaktadır. Toprağın fiziki yapısını ve ekolojik dengeyi iyileştirmeye katkı sağlayarak kendinden sonra ekilecek ürünlerin verimini artırdığı için tarımda planlı üretimin ve münavebe uygulamasının öncüsü, sulu ziraatın yaygınlaştırıcısı olmuştur. Bir dekarlık alandaki şeker pancarının atmosfere kazandırdığı oksijen 6 kişinin bir yılda tükettiği oksijene eşdeğer olduğu için tarımının yapılması büyük bir gereklilik arz eden çevre dostu diyebileceğimiz önemli bir endüstri bitkisidir. Ülkemize

sağladığı katma değer bakımından endüstri bitkileri içinde 2. sırada yer almaktadır (Faruk, 2015; Demir, 2017).

Şeker pancarının işlenmesi sonucunda ana ürün olarak şeker, yan ürün olarak da melas ve küspe (posa) elde edilmektedir. Yaş pancar posası, doğrudan veya melas ile karıştırılarak hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca melas, maya sektöründe (hamur mayası veya yemlik maya), etil alkol (sağlık sektörü, alkollü içecekler) üretiminde, ilaç sanayisinde, inşaat harçlarında ve kozmetik sanayisinde kullanılmaktadır (Şekil 1) (Altunbay ve ark., 2016). Biyoetanol, şeker pancarının yan ürünü olan melasın fermantasyonuyla elde edilmektedir (Eştürk, 2018).



Şekil 1. Şeker pancarından elde edilen ürünlerin kullanım alanları

Şeker pancarından şeker üretimi, şeker kamışına kıyasla daha pahalı olmasına rağmen birçok ülke, tüm bu bahsedilen avantajlarından dolayı şeker pancarı tarımına devam etmektedir. Türkiye'de iklim şartlarının uygunluğundan dolayı şeker kamışı yerine şeker pancarı tarımı yapılmaktadır.

Kaynaklar

- Altunbay, S.G., Kangal, A., Gürel, S. (2016). Şeker pancarından biyoetanol üretimi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25(ÖZEL SAYI-2): 334-339.
- Çekin, E. (2022). *Türkiye'de şeker sanayinin gelişimi ve Amasya Şeker Fabrikası* (Yüksek Lisans Tezi) Amasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya
- Demir, M. (2017). Kars ilinde şeker pancarı üretiminin beşeri ve ekonomik önemi, sürdürülebilirliği. *Marmara Coğrafya Dergisi* (36): 175-190.
- Dilek, A., Öztürk, A.A., Baysan, S. (2021). Türkiye'de kurulan ilk şeker fabrikalarının yaygın eğitim kurumu olarak işlevi: Sözlü tarih araştırması.
- Doney, D. (1983). Sugarbeet root yield sucrose concentration: physiology and genetics. *Sugarbeet Research and Extension Reports* 14: 216–219
- Draycott, A.P. (2008). Sugar Beet. Blackwell Publishing
- Erdinç, Z. (2017). Türkiye'de şeker sanayinin gelişimi ve şeker sanayinde izlenen politikalar. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 17 (3): 9-26.
- Eştürk, Ö. 2018. Türkiye'de şeker sektörünün önemi ve geleceği üzerine bir değerlendirme, *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi* 2 (1): 67-81.
- Faruk, K. (2015). Küresel ve bölgesel şeker politikalarının Türkiye şeker fabrikalarına etkilerine bir örnek; Ağrı Şeker Fabrikası. *Coğrafya Dergisi* (31): 41-61.
- Gebhard, H.J., Beckers, R., Märlander, B. (2003). Sugar beet research and development. IIRB/ASSBT Proceedings. pp. 23–34.
- Graff, R. (2003). Sugar beet growing in Europe. IIRB/ASSBT Proceedings. pp. 1–22.
- Mall, A.K., Misra, V., Santeshwari Pathak, A.D., Srivastava, S. (2021). Sugar beet cultivation in India: prospects for bioethanol production and value added co products. *Sugar Tech* 23: 1218–1234
- Pathak, A.D., Kapur, R. (2013). Current status of sugar beet research in India. In: Kumar S, Singh PK, Swapna M and Pathak AD (eds) Souvenir, IISR-Industry Interface on Research and Development Initiatives for Sugar

- beet in India 28 & 29th May, 2013. Sugarbeet Breeding Outpost of IISR-IVRI Campus, Mukteswar-263138, Nainital. p 8–14
- Pidgeon, J.D., Werker, A.R., Jaggard, K.W., Richter, G.M., Lister, D.H., Jones, P.D. (2001). Climatic impact on the productivity of sugar beet in Europe, 1961–1995. *Agriculture and Forest Meteorology* 109: 27–37.
- Raski, D.J. (1950). The life history and morphology of the sugar-beet nemarode, *Heteroderaschacktii* Schmidt. *Phytopathology*, 40 (2): 135-152.
- Scott, R.K. Jaggard, K.W. (1993). Crop physiology and agronomy. In: Cooke, D.A. & Scott, R.K. (eds) *The Sugar Beet Crop: Science into Practice*. Chapman and Hall, London, pp. 179–237.
- Stevanato, P., Panella, L.W. (2013). History of Sugar beets. *Sugar Producer* 3: 17-21.
- TÜİK, 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> (Erişim tarihi: 11.07.2023)

BÖLÜM 2
ŞEKER PANCARI (*Beta vulgaris* L.)'NİN BOTANİK
ÖZELLİKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Yeter ÇİLESİZ¹

Hale YILDIZ²

Betül YÜCEL³

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY⁴

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206035>

¹Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: ycilesiz@sivas.edu.tr, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4313-352X>

²Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Doktora, Sivas, E-mail: yildizzhale@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-5454-0466>

³Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, Doktora, Sivas, E-mail: betulyucel54@gmail.com, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5428-1907>

⁴Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, E-mail: tkarakoy@sivas.edu.tr, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5428-1907>

1. Şeker Pancarı (*Beta vulgaris* L.)

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), *Chenopodiaceae* familyasından Beta cinsinin *Vulgaris* türüne aittir. Şeker içeriği yüksek, çift çenekli ve iki yıllık bir endüstri bitkisidir. Bitki birinci yıl kök gövdesini oluşturmakta, ikinci yıl ise vernalize olarak sapa kalkıp çiçeklenerek tohum bağlamaktadır (Kockelmann ve ark., 2010). Şeker elde etmek amacıyla tek yıllık, tohum elde etmek amacıyla iki yıllık yetiştirilmektedir. Birinci yıl vejetatif gelişme göstererek oluşturduğu yumrudan, şeker fabrikalarında işlenerek şeker elde edilmektedir. İkinci yıl vernalizasyon etkisi ile generatif döneme geçerek dallarını ve bu dallar üzerinde tohumlarını oluşturmaktadır.

Şeker pancarının kromozom sayısı $x=9$ olup, diploid bitkiler $2n=2x=18$, triploid bitkiler $2n=3x=27$, tetraploid bitkiler $2n=4x=36$ kromozomludur. Ticari hibritlerin çoğu diploid veya triploid yapıdadır (Peto ve Boyes, 1940; Dohm ve ark., 2014). Şeker kamışından sonra şeker üretiminde kullanılan ikinci bitki olmasından kaynaklı ticari değeri yüksek ve yetiştiriciliğini yapan ülkeler için stratejik öneme sahip bir bitkidir (Elliott ve Weston, 1995).

İklim istekleri bakımından ılıman iklim bitkisi olan şeker pancarı, günümüzde alt tropikal bölgelerden tropikal bölgelere kadar yayılmış durumdadır. Şekerin yanı sıra, bu mahsulden elde edilen küspe, lif ve melas gibi başka yan ürünler de bulunmaktadır. Şekerin hammaddesi olarak insan beslenmesinde, yaprakları ve küspesi ise hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Şekerpancarının işlenmesi sırasında ortaya çıkan melas, önemli bir alkol hammaddesi olup, ispiroto sanayinin temelini oluşturmaktadır (Srivastava ve ark., 2017).

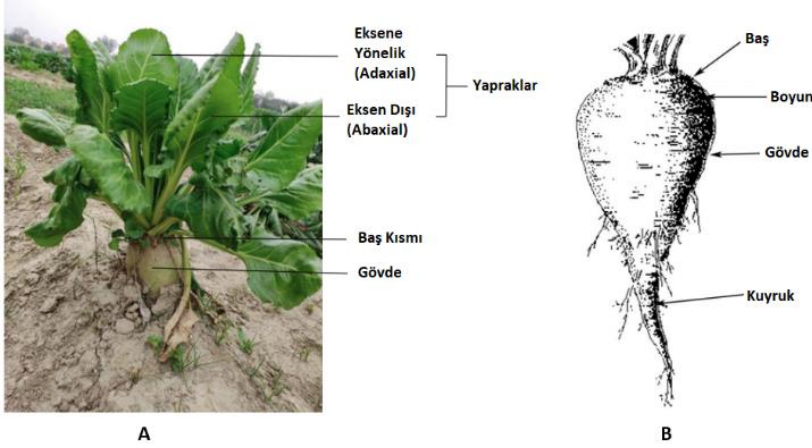
Şeker pancarı, toprak altı (kök gövdesi) ve toprak üstü (parlak yeşil renkli yapraklar, sap, çiçek, dal, tohum) olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.

2. Toprak Altı Yapılar

2.1. Kök gövdesi

Şeker pancarının toprak altında yer alan, kök ile birleşik yapıda bulunan ve şeker elde edilen kısmına kök gövde adı verilmektedir. Kök gövdesinin şekli ve boyutları çeşit, toprak ve iklim faktörlerine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Şeker pancarı, konik şekilli (üst uçta daha kalın ve alt uca doğru sivri) beyaz bir kazık köke sahiptir. Kök yapısı, tepe kısmı açıkta

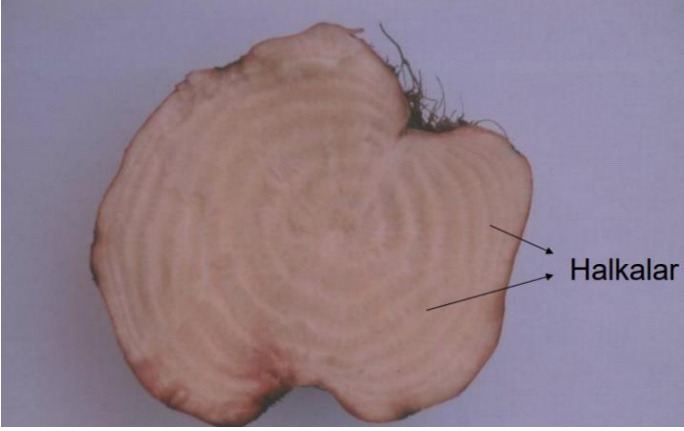
kalacak şekilde toprağın derinine inerek büyümektedir. Kökler, ortalama %15-20 şeker, %5 küspe ve %75 su içermektedir (Artschwager, 1926; Harvey ve Dutton, 1993). Kök gövdesi; baş, boyun, gövde ve kuyruk olmak üzere dört bölüme ayrılmıştır (Şekil 1B).



Şekil 1. Şeker pancarının kök gövde yapısı (Misra ve ark., 2022)

Kökün bir kısmı olarak kabul edilen gövdenin baş kısmında ilk yıl rozet yapraklar, ikinci yıl ise sap ve sürgünler oluşmaktadır (Şekil 1A). Bu sayede yapraklara destek görevi görmektedir (Wyse, 1982). Baş kısmı fazla miktarda azot barındırdığı için hasat sırasında kesilerek atılmaktadır. Boyun, baş bölgesine bitişik bulunan kökün en geniş kısmıdır. Ayrıca yapısında kök ve yaprak barındırmamaktadır. Gövde, şekerin elde edildiği kısımdır ve sahip olduğu spiral oyuklardan kılcal kökler çıkmaktadır. Kök gövde denilen yapının yaklaşık olarak %70'lik kısmını oluşturmaktadır. Toprakta 1-1.5 m derine inebilen kuyruk kısmı hasat yapılırken toprakta kalmaktadır. Üzerinde bol miktarda kök bulunmaktadır (Hoffmann ve ark., 2005; Kenter ve Hoffmann, 2009).

Pancar gövdesinin dış kısmı primer kabuk ve epidermis ile kaplı olup, iç kısmında kambiyum dokusu bulunmaktadır. Kambiyum hücreleri iç ve dış doğru büyüyerek halka oluştururlar. Oluşan halka sayısı 8-12 arasında değişim göstermektedir (Şekil 2) (Anonim, 2023a).



Şekil 2. Şeker pancarı gövdesinde oluşan halka yapısı (Anonim, 2023b)

Bir ton şeker pancarı (taze hasat edilmiş) değirmenlerde işlendiğinde 121 kg şeker, 38 kg melas 38 kg ve 50 kg küspe elde edilmektedir. Pancar posasında pektinler (%2,4), selüloz (%1,2), hemiselüloz (%1,1), proteinler (%0,1), saponinler (%0,1) ve mineraller (%0,1) gibi suda çözünmeyen lifli malzemeler bulunmaktadır (Mosen, 2007). Şeker, kök gövde yapısında homojen şekilde dağılmamıştır. En fazla şeker oranı kök gövdenin ağırlık merkezinde olup, yanlara ve aşağı-yukarı gidildikçe azalmaktadır (Hoffmann ve Kenter, 2018; Anonim, 2023).

2.2. Kök çatallanması

Kazık kökün kenarı boyunca aşırı gelişmiş ikincil kökler ortaya çıkarak kök çatallanmasına sebep olmaktadır (Şekil 3). Bu köklerin oluşma nedenleri: hastalıklar, toprak koşulları (sığ topraklar, pulluk tabanı, asitlik) veya hava değişiklikleri olabilmektedir. Ayrıca bazı nematodlar (*Trichodorus* spp. ve *Paratrichodorus* spp.), büyümenin erken aşamalarında ana kazık kök sistemine zarar verdiğinden köklerin çatallı veya dişli olmasına neden olabilmektedir (Misra ve ark., 2022).



Şekil 3. Şeker pancarında kök çatallanması (Misra ve ark., 2022)

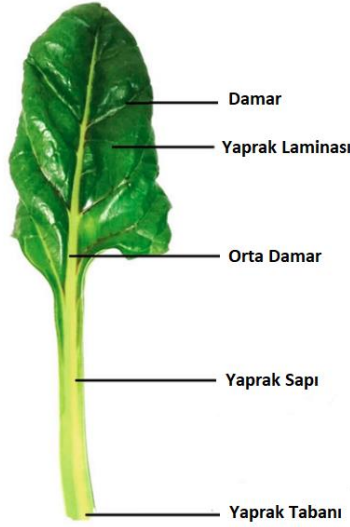
Normal pancar köklerinden farklı olarak çatallı köklerin oluşması nedeniyle çeşitli zorluklar yaşanmaktadır. Bu zorluklar:

1. Kaldırmada zorluk ve kirliliğin fazla olması
2. Kaldırma sırasında biçerdöver kayıplarında artış
3. Düşük şeker içeriği
5. İşlem öncesi köklerin temizlenmesinde güçlük yaşanması
6. Temizlenme aşamasında pancarların daha fazla kırılması ve bu kırık kısımlardan/yüzeylerden şeker kaybı yaşanması

3. Toprak Üstü Yapılar

3.1. Yaprak

Şeker pancarının yaprakları uzun, koyu yeşil renkli, ayası geniş ve yaprak sapına doğru incelen yumurtamsı bir şekle sahiptir. Yapraklar, bitki gelişiminin ilk döneminde ortaya çıkmaktadır (Artschwager, 1926). Üst yaprakların boyutu alt yapraklara kıyasla daha küçüktür. Bitkinin yaprak sayısı, genetik faktörlere ve çevresel koşullara bağlı olarak değişebilmektedir. Şeker pancarının yaprakları: damarlar, damarcıklar, lamina, orta damar, yaprak sapı ve yaprak tabanı olarak farklı kısımlardan oluşmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Şeker pancarının yaprak yapısı (Misra ve ark., 2022)

Yaprak damarları belirgin şekle sahiptir. Damarlar; su, besin ve mineral maddelerin taşınmasına yardımcı olmakta ve yaprak laminasına sertlik kazandırmaktadır. Yaprak laminası dalgalı bir formda ve tüysüzdür. Fotosentez, gaz alışverişi gibi tüm yaprak fonksiyonlarının gerçekleştiği kısımdır. Yaprak sapında sakkarozun (yapraktan köke), besinlerin ve suyun (kökten yapraklara) hareket etmesini sağlayan çok sayıda damar demeti bulunmaktadır. Yaprak tabanı, yaprağın gövdeye bağlı olan alt kısmını oluşturmaktadır. Yaprak sapının uzunluğu ve oranı ışığın yoğunluğuna, azotlu gübre miktarına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Wyse, 1982; Milford, 2006). Ayrıca yaprakların dokusu, rengi (koyu yeşilden zeytin yeşiline), kalınlığı, yaprak sapı (kısa/uzun), yaprak kenarı (düz/dalgalı) ve yaprak türü (dik/düz) çeşitler arasında farklı olabilmektedir (Artschwager, 1926). Protein, karbonhidrat, A vitamini bakımından zengin ve oldukça lezzetli olan bu yapraklar, birçok besi hayvanı için yeşil yem olarak kullanılmasının yanında kurutulularak veya silaj yapılarak da değerlendirilmektedir (Joanna ve ark., 2018).

3.2. Çiçekler

Şeker pancarında çiçeklenme için ön koşul, vernalizasyon ve ardından uzun gün süresi olup, bu da esas olarak kışlamaya ve ilkbaharda gün uzunluğunun artmasına karşılık gelmektedir. Bitkinin sürgünleri çiçeksiz yeni yapraklar üretmeye devam etmek durumunda olduğu için vernalizasyon gereklidir. Vernalizasyon için uygun sıcaklık 5–10 °C'dir. Bitkinin üreme aşamasına geçebilmesi için 40 gün soğuğa maruz kalması gerekmektedir (Sparkes, 2003).

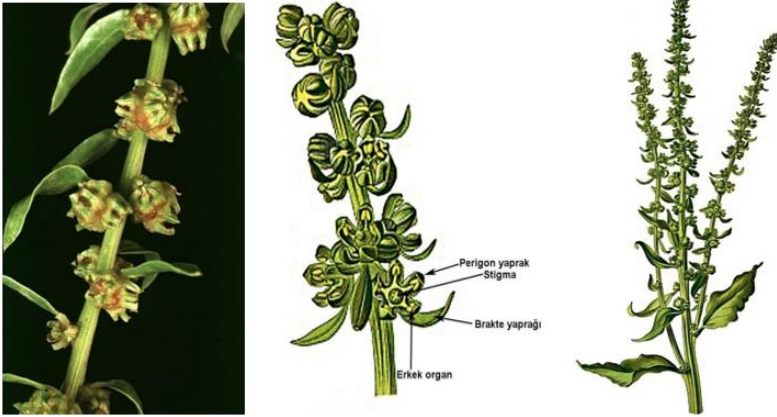
Çiçekler küçüktür ve rengi yeşilden beyaza değişim gösterebilmektedir. Çiçeğin boyutu 3–5 veya 2–3 mm arasında değişmektedir. Çiçeklerin beş erkek organı ve bir yumurtalığı (dişi organ) vardır (Şekil 5). Komşu çiçeklerin periyantları genellikle kaynaşmıştır. Bir ve üç çiçekli glomerülde oluşan çiçekler çok küçüktür. Glomerüller, kısa braktelerin koltuklarında veya bazen çiçek salkımının brakteleri olmayan üst kısımlarında bulunmaktadır. Erkek, dişi ve hermafrodit çiçekleri vardır. Hermafroditler vazo şeklinde olup yeşil renklidir ve beş tepalden oluşmaktadır.



Şekil 5. Şeker pancarının çiçek yapısı (Anonim, 2023c)

Çiçekteki erkek organların çiçek tozları ile dişi organın tepeciğinin aynı zamanda olgunlaşmaması nedeniyle kendine döllenemez ve çoğunlukla rüzgâr veya böcekler vasıtasıyla yabancı döllenmektedir (Shaw, 1916; Down ve Lavis, 1930). Ayrıca kendine uyumsuzluk ve erkek kısırlık da söz konusudur. Çiçeklenme aşamasında, bitki enerjisini kökü geliştirmek için değil daha çok çiçek üretimi ve ardından tohum üretimi için kullanmaktadır. Çiçeklenme sabah erken saatlerde başlamakta ve yaklaşık 30-40 gün (4-6 hafta) devam

etmektedir. Çiçeklenme dönemi sonrasında (temmuz-ağustos ayında) çok sayıda (10-15 bin) çiçek meydana gelmektedir. Döllenme yaklaşık olarak 36 saatte tamamlanır ve döllenmeden 25-30 gün sonra tohum olgunlaşır. Çiçeklenme sırasında, havanın güneşli ve sıcak olması, çiçeklenmeyi ve döllenmeyi hızlandırmaktadır (Anonim, 2023).



Şekil 6. Salkım üzerinde kümelenmiş çiçek yapısına ait görünüm (Anonim, 2023c)

Çiçeklerin koltuklarında bulunduğu yaprak: Brakte yapraktır (Şekil 6). Çiçekler beşli yapıdadır. Her çiçeğin küçük bir çiçek tablası vardır. Bu tabla üzerinde, uçları içeriye doğru kıvrık, beş adet perigon yaprak bulunur (Şekil 6). Bitkinin çiçekleri brakte yaprak koltuklarından çıkan çiçek sürgünleri üzerinde kümelenmiş (bir salkımda 2-8 çiçek) veya tekli formda bulunmaktadır (Smith 1980). Yeni ıslah edilen hibrid çeşitlerde, çiçekler tekli olup, tek çiçeğin meydana getirdiği tohuma monogerm (tek embriyolu), 2-3 çiçek veya daha fazla çiçek topluluğunun meydana getirdiği tohuma poligerm (çok embriyolu) tohum denilmektedir (Shultz, 2003; Ahlawat, 2008).

3.3. Tohum

Şeker pancarının tohumu dairesel, kabuğu sert, boyutu küçük (1-2 mm çapında) ve rengi koyu kahverengidir (Şekil 7). Çiçekler dölendikten sonra meyveler tohum oluşturmaktadır. Oluşan tohum topaklarına “glomerül” denilmektedir. Birden fazla embriyoya sahip pancar tohumları poligerm, tek

embriyoya sahip pancar tohumları monogerm olarak adlandırılmaktadır. Tek tohumlu ve çok tohumlu olarak iki formu bulunmaktadır (Mall ve ark., 2021). Tohumun monogerm veya poligerm olması pancarın genetik yapısı ile ilgili bir durum olup, monogerm olanlar bir embriyoya sahipken, poligerm olanlar birden fazla embriyoya sahiptir.



Şekil 7. Monogerm (A) ve Multigerm/poligerm (B) tohumlarına ait görünüm (Misra ve ark., 2022)

Olgunlaşmış bir pancar tohumunun dış kısmında kahverengi sert bir kabuk bulunur. Asıl gerçek tohumlar, kabuğun iç kısımlarında bulunur ve böbrek şeklindedir. 1000 tohum ağırlığı poligerm tohumda 22-25 g, monogerm tohumda 12-14 g'dır. Monogerm tohumlar bazı genetik şeker pancarı kaynaklarından ya da poligerm tohumların mekanik olarak parçalanmasıyla elde edilmektedir. Monogerm tohumculuğun bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır vardır. Bunlar:

Avantajlar:

- ✓ Poligerm tohumların seyreltilmesinde görülen zarar monogermelerde seyreltme işlemi olmadığı için görülmez.
- ✓ Manuel seyreltme yapmaya gerek yoktur. Dolayısıyla işçilikten tasarruf sağlanır.
- ✓ Maliyet daha azdır.
- ✓ Sapa (tohuma) kalkma tehlikesi yoktur.

Dezavantajlar:

- ✓ Çevre şartlarında bağlı olarak poligerm tohumlara kıyasla çimlenme yeteneği düşüktür.
- ✓ Hastalık ve zararlı faktörlerinden daha fazla etkilenmektedir.

- ✓ Yabancı otlardan daha fazla etkilenmektedir (Biancardi ve ark., 2010).

Şeker pancarında doğrudan tohum ekimi (Direk Metod) veya fide metodu ile tohum üretilebilmektedir. Dünya çapında Şeker pancarı üretim merkezlerinin çoğunda fide metodu ile tohum üretimi yapılmaktadır. Fide metodu ile ilk yıl fide üretimi, ikinci yıl ise tohum üretimi yapılmaktadır.

Kaynaklar

- Ahlawat, I.P.S. (2008). Sugar beet. Head, Division of Agronomy Indian Agricultural Research Institute New Delhi.
- Anonim (2023a). <https://www.foodelphi.com/seker-pancari/>, (Erişim tarihi: 10.07.2023)
- Anonim (2023b). <https://docplayer.biz.tr/54974020-Nisasta-seker-bitkileri-prof-dr-mehmet-karaca.html>, (Erişim tarihi: 10.07.2023)
- Anonim (2023c). https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/65499/mod_resource/content/1/NB%20Tohumluk%20ve%20Teknolojisi%206.%20Hafta.pdf, (Erişim tarihi: 10.07.2023)
- Artschwager, E. (1926). Anatomy of the vegetative organs of the sugar beet. *Journal of Agriculture* 33 (2): 143–176.
- Biancardi, E., McGrath, J.M., Panella, L.W., Lewellen, R.T., Stevanato, P. (2010). Sugar beet. In: Bradshaw JE (ed) Root and tuber crops (Handbook of plant breeding). Springer, New York; Dordrecht, Heidelberg; London, pp 173–219.
- Dohm, J.C., Minoche, A.E., Holtgräwe, D., Capella-Gutiérrez, S., Zakrzewski, F., Tafer, H., ... & Himmelbauer, H. (2014). The genome of the recently domesticated crop plant sugar beet (*Beta vulgaris*). *Nature*, 505 (7484): 546-549.
- Down, E.E., Lavis, C.A. (1930). Studies on methods for control of pollination in sugar beets. *American Society of Agronomy* 22 (1):1–9
- Elliott, M.C., Chen, D.F., Fowler, M.R., Kirby, M.J., Kubalakova, M., Scott, N.W., Slater, A. (1996). Transgenesis—a scheme for improving sugar beet productivity. *Russian Journal of Plant Physiology* 43: 544– 551.
- Harvey, C.W., Dutton, J.V. (1993). Root quality and processing. In: Cooke DA, Scott RK (eds) Sugar beet crop. Chapman and Hall, London, pp 571–617.
- Hoffmann, C.M., Kenter, C. (2018). Yield potential of sugar beet - have we hit the ceiling? *Frontier in Plant Science* 9: 289.
- Hoffmann, C.M., Kenter, C., Bloch, D. (2005). Marc concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in relation to sucrose storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 459–465.

- Joanna, B., Binczarski, M., Dziugan, P., Wilkowska, A. (2018). Sugar beet pulp as a source of valuable biotechnological products. In: Holban AM, Grumezescu AM (eds) *Advances in biotechnology for food industry handbook of food bioengineering*. Academic Press, pp 359–392.
- Kenter, C., Hoffmann, C.M. (2009). Ursachen der verringering des markgehaltes von zuckerrüben und auswirkungen auf menge und qualität der schnitzelerzeugung. *Sugar Industry* 134: 246–254
- Kockelmann, A., Tilcher, R., Fischer, U. (2010). Seed production and processing. *Sugar Tech*, 12: 267-275.
- Mall, A.K., Misra, V., Santeshwari Singh, B.D., Pathak, A.D. (2021). Quality seed production of sugar beet in India. In: Tiwari AK (ed) *Advances in seed production and management*, pp 139–159.
- Milford, G.F.J. (2006). Plant structure and crop physiology. In: Draycott AP (ed) *Sugar beet*, pp 33–49.
- Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (Eds.). (2022). *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing*. Springer Nature.
- Mosen, A. (2007). *Beet–sugar handbook*. John Wiley & Sons, p 884.
- Peto, F.H., Boyes, J. W., 1940. Comparison of diploid and triploid sugar beet. *Canadian Journal of Research* 18: 273-282.
- Shaw, H.B. (1916). Self, close and cross fertilization of beets. *Memoirs of the New York Botanical Garden* 6: 149–152.
- Shultz, L.M. (2003). *Beta vulgaris*. In: Flora of North America Editorial Committee (eds) *Flora of North America North of Mexico*, volume 4: "Magnoliophyta: Caryophyllidae", part 1. Oxford University Press, New York, pp 266–267.
- Smith, G.A. (1980). Sugar beet. In: *Hybridization of crop plants*. American Society for Agronomy – Crop Science Society of America, Madison, WI, pp 601–616.
- Sparkes, D. (2003). Growth and development. *Field Crops*. pp 595–600.
- Srivastava, S., Pathak, A.D., Kumar, R., Joshi, B.B. (2017). Genetic diversity of sugar beet genotypes evaluated by microsatellite DNA markers. *Journal of Environmental Biology* 38 (5): 777.
- Wyse, R.E. (1982). The sugar beet and sucrose formation. In: McGinnis (ed) *Beet sugar technology*. Third edition RA, pp 17–24.

BÖLÜM 3

ŞEKER PANCARINDA TOPRAK VE İKLİM İSTEĞİ

Arş. Gör. İlker YÜCE¹

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206072>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, TÜRKİYE E-mail: ilkeryuce@sivas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-9761-3561

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, TÜRKİYE E-mail: kkokten@sivas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5403-5629

1. Şeker Pancarında Toprak Ve İklim İsteği

Şeker pancarı, insan beslenmesinde önemli bir enerji kaynağı olmasının yanı sıra, önemli bir ticari ürün ve endüstriyel üretim aracı olarak şeker kamışı ile birlikte dünyanın şeker ihtiyacı için üretim kaynağıdır. Halen dünyada yıllık toplam şeker üretiminin yaklaşık %22'si şeker pancarından üretilmektedir. Bölgenin iklimsel özellikleri şeker pancarının verim ve kalitesinde belirleyici faktördür. Şeker pancarı uzun gün bitkisidir ve çok fazla ışık ve sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Işığın az ya da çok olması şeker pancarında fotosentez yoluyla şeker oluşumunu etkilemektedir. Kapalı ve bulutlu hava bitkideki fotosentezi olumsuz etkilemektedir. Şeker pancarının gelişimi için büyüme mevsimi boyunca toplam 2400-2800 °C sıcaklığa ihtiyaç vardır. Özellikle haziran ve temmuz aylarında ışık ve sıcaklık isteği en üst seviyeye ulaşmaktadır. Şeker pancarı açık ve güneşli havalarda iyi yetişen bir bitkidir. İlk ekim döneminde meydana gelen uzun süreli düşük sıcaklıklar bitkilerde vernalizasyonu başlatır. Pancarın vejetasyonu ilkbaharda 7 °C'de başlar ve sonbaharda 5 °C'de sona erer. Bu sıcaklık sınırları arasındaki vejetasyon süresinin uzunluğu en az 170 gün olmalıdır. Vejetasyon dönemi boyunca en yüksek pancar büyümesi ve şeker birikimi 15 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda, özellikle 20-25 °C'de görülür (Draycott, 2006). Daha yüksek sıcaklıklarda büyüme ve şeker birikimi yavaşlar. Şeker pancarı büyüme döneminin ilk aşamalarında düşük sıcaklıklara karşı çok hassastır. Genç fideler 1-4 °C'ye kadar düşük sıcaklıklardan zarar görebilir. Büyümenin son dönemlerinde ise 5 °C'ye kadar düşen soğuklara dayanabilir ve fotosentez devam eder. Kurak geçen yıllarda özellikle temmuz ve ağustos aylarında sıcaklık 30 °C'nin üzerinde ve gece ile gündüz sıcaklıkları birbirine yakın olduğunda şeker oranı düşer. Büyüme döneminde sıcaklık ve yağışın yanı sıra nispi nemin etkisi de önemlidir ve %60-70 nispi nem şeker pancarı için ideal kabul edilmektedir (Petkeviciene, 2009).

Ürün rotasyonunun üretim miktarı ve kalitesi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu nedenle bitkisel üretimin yıldan yıla farklı alanlara kaydırılması, ihtiyaç duyulan besin maddelerinin farklı derinliklerden karşılanmasını sağlayacaktır. Diğer yandan farklı tarımsal ürünlerin yetiştirilmesi ile ürüne özgü hastalık ve zararlıların etkinliği azalacak, üretimde artış sağlanacaktır. Hastalık, zararlılar ve vernalizasyon da dahil olmak üzere yabancı ot

popülasyonunu azaltmanın en etkili yollarından biri ürün rotasyonudur. Verim ve kaliteyi doğrudan etkileyen tüm bu faktörleri ortadan kaldırmak için şeker pancarı ekim nöbetine aynı türden bitkilerin dahil edilmemesi önemlidir (Koch ve ark., 2018).

Şeker pancarından sonra buğday ekildiğinde, buğday verimini yaklaşık %15 oranında artırabilir. Uygulanan ekim nöbeti aralığı pancar kist nematodunun yayılmasını önlemek için yeterli değilse, yüksek verim elde etmek ve kaliteli pancar üretmek için ekim nöbeti aralığını uzatmak gerekmektedir. Baklagiller, patates ve tahılların şeker pancarı ekimi için ön bitki olarak kullanılmasının uygun olduğu söylenebilir. Yemlik pancar, ayçiçeği, tohumluk pancar, pirinç, kenevir, ıspanak, hardal, kolza, havuç, turp ve lahanalar, başta nematodlar olmak üzere birçok hastalık ve zararlıya neden oldukları için şeker pancarı için uygun ön bitkiler değildir (Götze ve ark., 2017).

Yonca, nohut, fasulye, mercimek ve fiğ gibi baklagiller, derin köklü ve geniş kök sistemlerinden dolayı şeker pancarında en iyi ön bitkiler olarak sayılabilir. Baklagiller, köklerindeki *Rhizobium* (aktif azot bakterileri) aracılığıyla havanın serbest azotunu emerek topraktaki azot ve organik madde varlığını artırır ve gevşek bir toprak yapısı oluşturur. Ön bitkilerin belirlenmesinde ekim ve hasat tarihleri ana ürünün gelişimini olumsuz etkileyecek düzeyde geciktirilmemeli, ayrıca bölge koşullarına ve şeker pancarına uygun olmalıdır.

2. Toprak Yönetimi ve Hazırlığı

Şeker pancarı derin köklü bir üründür ve derin işlenmiş toprak gerektirir. Sıkışmış toprak yapıları ve sertleşmiş topraklar şeker pancarı ekimi için uygun değildir. Yani kazık kök, kök oluşturmayıp kök çatallanmaları oluşturmakta, büyüyüp gelişmemekte ve dolayısıyla kök verimi düşmektedir. Öncelikle hangi toprak işleme yöntemi kullanılırsa kullanılsın, ekim nöbetine göre birkaç yılda bir sonbaharda toprağın derin işlenmesi pancarın derin kök yapısının oluşturulması için önemli bir konudur.

3. Sonbahar Toprak İşlemesi

Sonbahar toprak işlemesi, özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde, toprak yapısına bağlı olarak, kış yağışlarından maksimum düzeyde yararlanarak ilkbaharda tohum yatağının hazırlanmasını kolaylaştırmak ve taban gübrelerinin ilkbaharda daha yararlı bir forma dönüşmesini sağlamak için önemli bir işlemdir. Sonbahar toprak işlemesi genellikle anızın parçalanması ve toprak işleme aletleri veya pulluk, diskaro ve rototiller gibi alet kombinasyonları ile toprağa karıştırılmasıyla gerçekleştirilir.

Şeker pancarı yetiştiriciliğinde tarla genellikle sonbaharda 25-30 cm derinlikte pulluk veya çizel ile sürülür. Toprak yapısının korunması ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim için, tüm tarımsal işlemlerde toprak işlemenin uygun bir toprak ayrışmasında yapılmasına özen gösterilmelidir. Toprak ayrışmasının ekime uygun olması kesek ve yığın oluşumunu engelleyecek ve aynı zamanda toprağın iyi havalanmasını sağlayacaktır. Bu tip bir tarla hazırlandığında arazi üzerinde büyük kesekler oluşmayacak, homojen bir tarla yüzeyi sağlanarak bitkisel üretimi destekleyecek diğer işlemler için ideal bir yapı oluşturulacaktır. Yanlış toprak işleme ve yanlış ekim zamanı %30 civarında verim kaybına neden olabilir.

Genellikle önceki ürün kalıntılarını temizlemek, drenajı iyileştirmek ve orta ila ince tekstüre sahip düzgün ve düz bir tohum yatağı sağlamak için uygulanan birincil toprak işlemede en çok tercih edilen toprak işleme aleti kalıplı pulluktur. Toprak işlemenin pullukla mı yoksa pulluksuz mu yapılacağını belirleyen ilk faktör toprak tekstürüdür. Toprak işleme yöntemi ile ilgili olarak dikkate alınması gereken toprak tekstürü ile ilgili parametreler aşağıdaki gibi özetlenebilir.

Ağır killi topraklarda (killi balçık, siltli killi balçık, kumlu killi balçık) kış aylarında donma ve çözülme etkisinden faydalanmak için sonbaharda (Ekim sonu) mümkün olduğunca erken bir zamanda kaba sürüm yapılması tavsiye edilmektedir. Orta-ağır topraklar (siltli tın, kumlu tın) ağır topraklara göre daha kolay sürülebilir. Hafif topraklarda (tınlı kum, kum) ise pulluk yerine ilkbaharda toprağın durumuna göre kombine aletlerle tek geçişte hazırlayacak ekipmanların tercih edilmesi erozyonun olumsuz etkilerini ortadan kaldıracak önemli bir konudur (Brown, 1999).

Özellikle ağır bünyeli topraklarda, aynı derinlikte toprak işleminin yarattığı sert yapının şeker pancarı gibi derin köklü bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini önlemek için toprağın derin işlenmesinin 3-4 yıllık bir dönüşümle planlanması önemlidir. Dıpkazan veya çizel ile yapılan işleme, şeker pancarı kökünün daha derine inmesine, suya ve havaya daha kolay ulaşmasına, pancar gelişiminin hızlanmasına, verim ve kalitenin artmasına ve tuzluluğun belirli ölçüde önlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu sert tabakanın olumsuz etkilerinin azaltılması bağlamında, toprağın traktör izlerinden ve tepe dönüşlerinden kaynaklanan bozulmayı etkili bir şekilde ortadan kaldırmak için yeterince kuru olduğu sonbaharda toprak altı işleme de çok önemlidir. En etkili uygulama yöntemi 60-90 cm derinlik ve alt toprak işlemede derinliğin 1.5-2 katı genişliktir.

Taban gübrelerinin karıştırılması, kış yağışları ve don yoluyla doğal işleme sağlanması ve toprağa karışan bitki artıklarının çürümesinin hızlandırılması gibi sonbahar sürümünün çok önemli faydaları bilinmektedir (Martindale, 2013). Bunun için zorunlu olmamakla birlikte potasyumlu gübrenin tamamının, fosforlu gübrenin ise 2/3'ünün sonbahar işlemeden önce toprağa uygulanması önerilmektedir.

Minimum toprak işleme, toprak işlesiz ve az toprak işlemeli gibi bazı toprak işleme yöntemleri kumlu, kumlu-tınlı gibi hafif yapılı topraklarda yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu yöntemler daha çok erozyon kontrolü için uygulanmaktadır. Bu yöntemlerde şeker pancarında uygun tarla oluşturmak ve yabancı otları kontrol etmek için kombine toprak işleme aletleri ve herbisitlerin kullanılması verimi arttırmaktadır. Minimum toprak işleme yönteminde toprak yapısı ve topraktaki biyolojik aktivite tarım açısından daha olumludur. Bu da en fazla enerji tüketiminin gerçekleştiği toprak işleminin daha ekonomik hale getirilmesi noktasında avantaj sağlamaktadır.

4. Şeker Pancarının Toprak Gereksinimleri

Şeker pancarının fizyolojik olarak zayıf toprak yapısı ve yetersiz drenaj koşullarına duyarlılığı nedeniyle verim kaybının sıklıkla görüldüğü bir bitki olması, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısına gereken özenin gösterilmesini gerektirmektedir. Şeker pancarı için genel bir tanımlama yapıldığında, fiziksel olarak taşlı, çakıllı, kumlu, killi veya ağır bünyeli

olmayan, iyi havalandırılan, derin taban suyu seviyesi 120-150 cm'nin altında, drenajı iyi, kimyasal ve biyolojik yapısı nötr-hafif alkali (pH 6.4-7.6), organik maddece zengin, su tutma özelliği yüksek topraklar ideal toprak yapısı olarak tanımlanmaktadır (Draycott, 2006).

Tınlı toprakların şeker pancarı tarımı için ideal olduğu belirtilse de kumlu tınlıdan killi tınlıya kadar değişen topraklar pancar tarımının yaygın olduğu toprak türleridir. Ancak optimum toprak kriterlerinden uzaklaştıkça şeker pancarının teknolojik kalitesinin düşeceği ihtimalini de göz önünde bulundurmak gerekir.

Şeker pancarı gelişimi sırasında yüksek miktarda azot (N), fosfor (P_2O_5) ve potasyum (K_2O) kullandığından, verimlilik düzeyinin korunması için toprak ve bitki, eksikliği tespit edilen ana besin maddeleri ile desteklenmelidir.

5. Şeker Pancarı İklim İsteği

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* spp. *vulgaris*), depo kökünde büyük miktarda sakkaroz (şeker) biriktirme kabiliyeti nedeniyle tarımsal açıdan önemlidir. Şeker pancarı ve şeker kamışı dünyada sadece sakkaroz elde etmek için yetiştirilen iki üründür (Draycott, 2006). Şeker pancarı iki yıllık depo köklü bir ürünken, şeker kamışı tropikal ve don olmayan sıcak subtropikal bölgelerde iyi yetişen çok yıllık ot tipi bir üründür. Şeker pancarı Avrupa, Kuzey Amerika ve Japonya'da genellikle ilkbahar mahsulü olarak ekilmekte ve sonbaharda hasat edilmektedir. Ancak, şeker pancarı Güney İspanya, Cezayir, Fas ve Mısır gibi Akdeniz ikliminin hâkim olduğu bazı bölgelerde sonbahar mahsulü olarak ekilebilmektedir. Son yıllarda şeker pancarı ekim alanları ve üretiminin yaklaşık üçte ikisini Avrupa oluştururken, Asya ve Amerika ülkeleri toplamda yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır.

Son yıllardaki insan kaynaklı ekonomik kalkınma ve ilgili faaliyetler, atmosferdeki insan kaynaklı sera gazı konsantrasyonunu artırmış ve dünyanın iklimini değiştirmiştir. Sonuç olarak, yıllık atmosferik CO_2 konsantrasyonu 1959'dan bu yana her yıl artmıştır (NOAA, 2021). Son yıllarda yıllık 2.2 ppm oranında artmış ve 2020 yılında 414 ppm'e ulaşmıştır. Kara üzerindeki küresel ortalama yıllık sıcaklık artmış olup, 1951'den 1980'e kadar olan uzun vadeli ortalamaya kıyasla 1.2 ila 1.6 °C arasında değişen en büyük altı sıcaklık artışı 2010-2019 yılları arasında meydana gelmiştir. Genellikle daha sık görülen

kuraklıklarla birlikte artan sıcaklıklar, yalnızca bitkisel üretimi tehdit etmekle kalmamakta (Jaggard ve ark., 2010; Lobell ve Gourdjı, 2012; McKersie, 2015), aynı zamanda patojenlerin yeni bölgelere taşınmasını teşvik etmekte, mevcut ve yeni ırklardan kaynaklanan ürün hastalıklarını şiddetlendirmektedir (Rosenzweig ve ark., 2001; Newbery ve ark., 2016; Nelson, 2020; Juroszek ve ark., 2020).

Şeker pancarı verimliliği, hava koşullarından, gübre uygulamalarının belirsiz etkinliğinden, hastalıklar, zararlılar ve yabancı otlar gibi biyotik stres faktörlerinin değişken kontrolünden kaynaklanan zorluklara tabidir (Hoffmann ve ark., 2009; Jaggard ve ark., 2009). Şeker pancarı verimindeki yıllık değişimler, yönetim kararlarının etkisiyle birlikte hava koşullarından kaynaklanmaktadır (Werker ve Jaggard, 1997; 1998, Werker ve ark., 1998; Scott ve Jaggard, 2000; Richter ve ark., 2001; Qi ve ark., 2005; Hoffmann ve ark., 2009; 2020).

Şeker pancarı üretimi, multigermler çeşitlerinin yetiştirilmesinden monogermler çeşitlerine ve yoğun iş gücü kullanımından yüksek oranda makineleşmeye kadar çeşitli aşamalardan geçmiştir. Sürekli artan dünya nüfusu ve azalan arazi ve su kaynakları nedeniyle, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak için daha fazla gıda üretmeye ve tarımdan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmaya ihtiyaç vardır. Mevcut yoğun geleneksel tarım, sera gazlarının önemli bir kaynağıdır ve çevre üzerinde istenmeyen birçok olumsuz etki yaratmaktadır. Gübreleme ve bitki koruma için sentetik girdilere ve fosil yakıtla çalışan makinelere daha az dayanan daha sürdürülebilir bitkisel üretim yöntemlerine geçmek için çaba sarf edilmesi gerekmektedir. 2050'ye kadar net sıfır sera gazı emisyonu hedefine ulaşabilmek için hem daha az girdi hem de daha az pestisite bağımlı şeker pancarı yetiştiriciliğine uyum sağlama ihtiyacı giderek artmaktadır. Ulusal çeşit denemelerinde ve ticari çeşitlerde 1976 ve 2005 yılları arasında şeker veriminin incelenmesi sonucunda, artışın yaklaşık üçte ikisinin iklimdeki değişikliklerle açıklanabileceğini göstermiştir (Jaggard ve ark., 2007).

6. Şeker Pancarında İklim Faktörü

Şeker pancarı iki yıllık bir kültür bitkisidir. İlk yıl, yaprak ve şeker üretiminde kullanılan kökü gelişerek olgunlaşır. İkinci yıl ise tohum oluşturarak vejetatif gelişim sürecini tamamlar. Şeker pancarı yetiştiriciliğini etkileyen bazı faktörler vardır. Bunlar; yağış, sıcaklık, evapotranspirasyon, ışık gibi iklim faktörleri ile topraktır. İklim faktörleri şeker pancarının büyüme ve gelişmesi üzerinde bazı etkileri vardır (Johnson ve ark., 1977).

- 1- Günlük değişimler sonucunda meydana gelebilecek geçici etkiler (Buharlaşma, fotosentez, solunum vb.)
- 2- Vejetatif gelişim periyodu içerisinde, pozitif etkiye sahip koşullar altında gelişimi artırıcı etkiler,
- 3- Hava sıcaklıklarının düşük seyretmesi nedeniyle çiçeklenmenin gecikmesi gibi negatif etkiler.

Türkiye’de şeker pancarının yetiştirme periyodu 150-170 gün arasında sürmektedir. Şeker pancarı tohumlarında çimlenme yaklaşık olarak 9°C’de başlar ve toplamda ortalama olarak 2800°C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır (Avcı, 1996). Şeker pancarının yetiştirme periyodunda ihtiyaç duyduğu toplam sıcaklık ile ilgili farklı görüşler mevcuttur. Göbelez (1973), toplam sıcaklığın 2400-2800°C arasında, Schneider (1971), 2500-2900°C arasında ve Er (1988) ise toplam 3000°C sıcaklığa ihtiyaç duyulduğunu bildirmişlerdir.

İklim faktörleri, çimlenme başlangıcından hasat yapılincaya kadar şeker pancarının vejetatif aksamının ve kök büyüklüğünün belirlenmesi üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Yürütülen deneme çalışmaları sonucunda, hava sıcaklığının başlangıçta yüksek, ilerleyen dönemlerde ise daha ılık geçen yetiştirme periyodunda en iyi kök gelişiminin sağlandığını ortaya koymuştur. Hava sıcaklığının sürekli yüksek ya da düşük olduğu yetiştirme dönemlerinde şeker pancarı gelişimi olumsuz etkilenmektedir (Avcı, 1996).

Yetiştirme periyodunda meydana gelebilecek problemler (kurak geçen bir yaz sonucu uygun şartlarda sulama yapılamaması, erken gelen ve yağışlı bir sonbahar, sıcak ve geç ilkbahar vb.) şeker pancarı kalitesinin genellikle düşük olmasına neden olmaktadır. Yetiştirme periyodunun kısa ve uygun şartlar altında geçmeyişi, birim alandan elde edilecek kök veriminde azalmalara yol açmaktadır (Jonhson ve ark., 1977).

Yetiştirme periyodunda gün içerisindeki değişimleri de şeker pancarının gelişimini etkilemektedir. Şeker pancarının gelişmesinde özellikle gece-gündüz sıcaklık farkları önemli rol oynamaktadır (Jonhson ve ark., 1977). Toprakta bulunan bitki besin maddeleri ve nemin yeterli düzeyde olması neticesinde düşük gece sıcaklıkları, geçici olarak şeker oranını arttırmaktadır. Bununla birlikte, toprak üstü aksamının gelişmesini yavaşlatarak kök büyüklüğünü düşürmektedir. En iyi şeker oranı, günlük sıcaklık değerinin 15°C ve kök büyüklüğü ise 20°C olduğunda meydana gelmektedir. Kök büyüklüğü optimum düzeye geldiğinde şeker pancarında üretilen şekerin bir kısmı kullanıldığı için şeker miktarı azalmaktadır. Gece sıcaklıklarının 30°C'nin üzerine çıkması, köklerdeki şeker oranını düşürmekte ve kök büyüklüğünde ortaya çıkan eksilmeye bağlı olarak şeker verimi de azalmaktadır. Şeker pancarı, gece sıcaklıklarının 17°C'den 10°C'ye düştüğü zamanlarda diğer koşulların uygun olduğu durumlarda olgunlaşmaktadır. Bu koşullar altında şeker oranı %8-9'dan %12'ye kadar yükselmektedir.

Şeker pancarında en yüksek şeker oranı, gündüz sıcaklıklarının 20-23°C olduğu dönemlerde meydana gelmektedir. Gündüz sıcaklıklarının 26°C'yi aşması durumunda şeker oranı önemli ölçüde azalmaktadır. Optimum şeker pancarı üretim koşulları, gündüz sıcaklıklarının 23°C, gece sıcaklıklarının ise 15-20°C düzeyinde olduğunda ortaya çıkmaktadır. Doğal iklim şartlarında bu değerlere yaklaşıldıkça pancar kalitesi artmakta, uzaklaşıldıkça verim ve üretim değerleri düşmektedir. Şeker pancarı yetiştirme periyodunun başında -2°C, olgunlaşma döneminde ise -5°C'ye kadar sıcaklık düşüşlerinden etkilenmemektedir (Göbelez, 1973).

Şeker pancarı bir uzun gün bitkisi olması nedeniyle, olgunlaşabilmesi için belli miktar ve sürede güneş radyasyonu alması gerekmektedir. Daha önce yapılan bazı laboratuvar çalışmalarında, güneşlenme süresinin ya da radyasyon miktarının artırılması pancar köklerindeki şeker oranının artmasına veya pancar kökünün büyümesi ile yaprak sayısının artmasına neden olduğu anlaşılmıştır. Fakat bu durum sonucunda yapraklardan fotosentez yoluyla elde edilen şeker, daha çok kök gelişimi için kullanılmaktadır (Avcı, 1996).

Yağışlar, iklim faktörü içerisinde yer alan bir diğer unsurdur. Şeker pancarı yetiştirme periyodu içerisinde olgunlaşmaya kadar 500-600 mm yağış gereksinimi vardır. Bilgin (1989)'e göre aylara göre yağış dağılımı kış

mevsiminde 240 mm, Nisan 40 mm, Mayıs 50 mm, Haziran 50 mm, Temmuz 80 mm, Ağustos 65 mm, Eylül 35 mm ve Ekim 40 mm şeklinde olmalıdır. Doğal yetiştirme koşulları altında bu dağılımı sağlamak neredeyse imkansızdır. Bu nedenle gerekli su ihtiyacının karşılanabilmesi için sulama yapılması zorunlu hale gelmektedir. Bütün şeker pancarı yetiştirme şartların sağlanabildiği yerlerde yetiştiricilik yapmak mümkündür.

Şeker pancarı yetiştiriciliğinde tava, karık ve yağmurlama sulama metotları en uygun sulama yöntemleri olarak ön plana çıkmakta ve çiftçiler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Sayın, 1987). Bütün yetiştirme şartlarının yeterli olması durumunda kurak ve yarı kurak alanlarda sulu tarımda, kuru tarıma nazaran 3-4 kat verim artışı beklenmektedir.

Su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda yüzey sulama yöntemlerinin kullanılması fazla miktarda ve uzun aralıklarla sulama imkânı sağlarken, su tutma kapasitesinin düşük olduğu topraklarda ise sık sık sulamaya ihtiyaç duyulacağından en iyi sonuç yağmurlama sulama yöntemi ile elde edilmektedir. Su tutma kapasitesinin düşük olduğu topraklarda yüzey sulama yöntemlerinin kullanılması göllenmelere neden olur ve şeker pancarında hastalanmalara yol açmaktadır. Taban suyu seviyesi üzerinde yer alan topraklar, kumlu ve çakıllı topraklar genellikle su tutma kapasitesinin düşük olduğu alanlardır (Avcı, 1996).

Kumlu toprakların yanında çok ağır killi topraklar da kullanılabilir su tutma kapasitesi bakımından düşük değerler gösterir ve sık sık su ihtiyacından dolayı yağmurlama sulama yönteminin kullanılması daha doğru olmaktadır. Tınlı, siltli-tınlı ve bazı killi toprakların su tutma kapasitesi daha yüksektir. Bu nedenle bu topraklarda bütün sulama yöntemleri rahatlıkla uygulanabilmektedir (Elverenli, 1986).

Kaynaklar

- Bilgin, Y. (1989). Türkiye şeker pancarı tarımında vejetasyon seyri, Şeker, Sayı: 124, s. 28-36.
- Brown, S. (1999). Review of sugar beet cultivation. *British Sugar Beet Review*, 67(2):30–36.
- Draycott, A.P. (2006). Sugarbeet. Blackwell Publishing, Oxford, p 465.
- Elverenli, M. A. (1986). Tarımda sulamanın önemi ve sulama metodları, Pankobirlik Bülteni, Sayı: 4, s. 7-10.
- Er, C. (1988). Şeker Pancarı, Garanti Bankası Tarım Bilgileri Dizisi: 2.
- Göbelez, M. (1973). Pancar ziraati, Pancar, Sayı: 252, s. 6-9.
- Götzea, P., Rücknagel, J., Wensch-Dorendorf, M., Märlander B., & Christena, O. (2017). Crop rotation effects on yield, technological quality and yield stability of sugar beet after 45 trial years. *Eur J Agron* 82:50–59.
- Jaggard, K.W., Limb, M., & Proctor, G.H. (1995). Sugar beet: a grower's guide. Sugar Beet Research and Education Committee, London, p 111.
- Jaggard, K. W., Qi, A., & Semenov, M. A. (2007). The impact of climate change on sugarbeet yield in the UK: 1976–2004. *The Journal of Agricultural Science*, 145(4), 367-375.
- Jaggard, K.W., Oi, A., & Ober, E.S. (2009). Capture and use of solar radiation, water and nitrogen by sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *J. Exp. Bot.* 60, 1919–1925.
- Jaggard, K. W., Qi, A., & Ober, E. S. (2010). Possible changes to arable crop yields by 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2835-2851.
- Johnson, R. T., Alexander, J. T., Rush, G. E., & Hawkes, G. R. (1977). Şeker Pancarı Üretimindeki Gelişmeler: Prensipler ve Uygulamalar, Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. yayını, Ankara.
- Juroszek, P., Racca, P., Link, S., Farhumand, J., & Kleinhenz, B. (2020). Overview on the review articles published during the past 30 years relating to the potential climate change effects on plant pathogens and crop disease risks. *Plant pathology*, 69(2), 179-193.

- Koch, H.J., Trimpler, K., Jacobs, A., & Stockfisch, N. (2018). Crop rotational effects on yield formation in current sugar beet production. Results from a farm survey and field trials. *Front Plant Sci* 9:231.
- Lobell, D. B., & Gourdj, S. M. (2012). The influence of climate change on global crop productivity 1. *Plant Physiol.*, 160:1686–1697.
- Martindale, W. (2013). The sustainability of the sugar beet crop - the potential of add value. *Br Sugar Beet Rev* 81:49–52.
- Newbery, F., Qi, A., & Fitt, B. D. (2016). Modelling impacts of climate change on arable crop diseases: progress, challenges and applications. *Current opinion in plant biology*, 32, 101-109.
- Petkeviciene, B. (2009). The effects of climate factors on sugar beet early sowing timing. *Agron Res* 7:436–443.
- Rosenzweig, C., Iglesias, A., Yang, X. B., Epstein, P. R., & Chivian, E. (2001). Climate change and extreme weather events-Implications for food production, plant diseases, and pests.
- Sayın, S. (1987). Şeker Pancarı Tarımında Aşırı Sulama ve Kısıntılı Sulama, Pankobirlik Bülteni, Sayı: 7, s. 0-11.
- Schneider, F. (1971). Şekerin Teknolojisi, Türkiye Şeker Fabrikaları A. Ş. yayını, Ankara.
- Scott, R. K., & Jaggard K. W. (2000). Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugarbeet grown in the UK since 1970. *Journal of Agricultural Science*, 134, 341-352.
- Werker, A. R., & Jaggard, K. W. (1998). Dependence of sugar beet yield on light interception and evapotranspiration. *Agricultural and forest Meteorology*, 89(3-4), 229-240.

BÖLÜM 4

ŞEKER PANCARINDA GÜBRELEME

Arş. Gör. İlker YÜCE¹

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206084>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: ilkeryuce@sivas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-9761-3561

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, E-mail: kkokten@sivas.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-5403-5629

1. Şeker Pancarında Gübreleme

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), şeker kamışına kıyasla nispeten kısa vejetasyon süresi, düşük gübre ve su ihtiyacı nedeniyle dünyada önemli bir şeker bitkisidir. Şeker pancarının kazık kökü %13-22 oranında şeker içermektedir (Heidari ve ark., 2008). Şeker pancarı üreten başlıca ülkeler Rusya Federasyonu, Fransa, Türkiye, Ukrayna, ABD, Almanya, İngiltere, İran, Belarus, Hollanda, Çin, Polonya, Mısır, İtalya ve Belçika'dır (Kumar ve Pathak, 2013). Şeker pancarının verim kabiliyeti, çeşit potansiyelinin yanı sıra biyotik ve abiyotik stres koşullarına ve ayrıca yetiştirme uygulamalarına bağlıdır. Şeker pancarının önemi, yeni ıslah edilmiş topraklarda yetişme kabiliyetinden kaynaklanmakta ve düşük toprak verimliliği altındaki yetiştiricilere karlı bir gelir sağlamaktadır (Abdel Motagally, 2015). Gübre veya besin maddesi yönetimi, gübre kullanım etkinliği ve üretim ekonomisi ile ilişkili oldukları için gübre kaynağı, oran ve uygulama zamanlamasını anlama bilimi, uygulaması ve sanatıdır. Besin maddesi yönetimi, farklı tarımsal ekolojik alanlar ve topraklarla etkileşime girerek farklı besin maddeleri için çeşitli önerileri beraberinde getirmektedir. Toprak özellikleri, bitki besin maddelerinin kullanılabilirliği için önemli baskın faktörlerdir. Şeker pancarının makro besinleri (özellikle azot, fosfor ve potasyum) alımı, elementlerin doğal döngüsünü takip etmeye yardımcı olduğu için önemlidir. Ayrıca, bir şeker pancarı bitkisinin dengeli ve uyumlu azot, fosfor ve potasyum gereksinimleri toprak analizi sonuçlarına göre tahmin edilebilir ve böylece maksimum şeker pancarı verimine yaklaşılabılır (Wendenburg ve Koch, 1996).

Yönetimi azottan daha kolay olsa da yeterli miktarda fosfor, potasyum, kükürt ve mikro besin maddelerinin korunması da şeker verimini en üst düzeye çıkarmak için kritik öneme sahiptir. Şeker pancarı bitkisi mikro besin maddelerine karşı önemli ölçüde duyarlıdır ve eksikliği özellikle kireçli topraklarda yetiştirilen bitkilerde en önemli biyotik streslerden biridir (AbdelMotagally, 2015). Özellikle çinko ve bor gibi mikro besinlerin çeşitli makro besin karışımlarıyla birlikte uygulanmasının tropikal şeker pancarının verim ve kalitesinin artırılmasında önemli bir rol oynayabileceği birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Bairagi ve ark., 2013; Kashem ve ark., 2015; Paul ve ark., 2018a ve Paul ve ark., 2018b). Besin maddelerinin

eksiklikleri, besin maddelerinin toprağa doğrudan uygulanmasıyla giderilemediğinde yapraktan besleme bir seçenektir (Sarkar ve ark., 2007). Birçok araştırmacı şeker pancarını gübrelemek için organik madde kullanmıştır. Negm ve ark. (2003), organik gübre uygulamasının katyon değişim kapasitesini çok az artırdığını ve toprak pH'sını düşürdüğünü bildirmişlerdir. Ayrıca, topraktaki kullanılabilir N, P ve K miktarının organik gübre uygulamasından sonra arttığı ve hasat zamanına kadar kademeli olarak azaldığı gözlemlenmiştir.

2. Nano-Micro Besinler

Nano-teknoloji, tarım alanındaki mevcut sorunlara daha keskin çözümler getirebilen, yeni ve yararlı bir keşiftir. Nano-teknoloji kavramları, çiftçilerin önceden etkileri bilmesine ve daha sonra daha iyi bir çözüm için girdi sağlamasına yardımcı olabilmektedir (Rameshaiah ve ark., 2015). Nano-teknoloji, hayatımızın hemen her alanına giren ve tarımsal üretimde kullanılan yeni teknolojilerden biridir. Nano-teknoloji, "sürdürülebilir büyütme" için gıda kalitesini artırma, küresel gıda üretimini artırma, bitkileri koruma, bitki ve hayvan hastalıklarını tespit etme ve bitki büyümesini ve atık azaltmayı izleme potansiyeline sahiptir (Khan ve Rizvi, 2017). Tarımsal ürünlerin üretiminin işleme, paketleme, taşıma, depolama gibi tüm aşamalarında bu teknoloji kullanılmaktadır. Hastalıkların tespiti ve kontrolünde de kullanılmaktadır. Nano-teknolojinin en önemli kullanım alanlarından birisi de bitki gübreleme alanındadır (Mousavi ve Rezaei, 2011; Srilatha, 2011; Ditta, 2012). Nano-malzemelerin tarımda uygulanmasının amacı, uygulanan bitki koruma ürünlerinin miktarını azaltmak, gübrelemede besin kaybını en aza indirmek ve optimize edilmiş besin yönetimi ile verimi artırmaktır (Predoi ve ark., 2020). Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), *Chenopodiaceae* familyasına aittir. İki yıllık bir bitkidir ve dünyadaki en önemli şeker bitkilerinden biridir (Watson ve Dallwitz, 1992). Şeker pancarı, dünyanın ikinci önemli şeker mahsulü konumundadır. Şeker pancarı bitkisinin önemi, yeni ıslah edilen alanlarda ekonomik ürün olarak yetişmesi ve yüksek şeker verimi üretme kabiliyetine sahip olmasıdır (Hassnein ve ark., 2019). Nemeat-Alla ve ark. (2014), mikro besin uygulamasının şeker pancarında maksimum verim ve kaliteyi verdiğini göstermişlerdir. Aksine, makro ve mikro besinler gibi toprak

besin maddelerinin eksikliği, bitki ihtiyaçlarına göre rizosfere eklenmelidir ve pancar üretimindeki ana sınırlamalar olarak bilinmektedir (Abido, 2012). Ayrıca şeker pancarı topraktaki mikro besin eksikliğine karşı en büyük hassasiyeti sergilemektedir (Christenson ve Draycott, 2006).

3. Nano Gübrelemenin Tanımlanması

Nano gübreler, bitkilere besin sağlayabilen veya bitkilere doğrudan temas etmeden geleneksel gübrelerin aktivitesini artırmaya yardımcı olan nano-malzemeler olarak bilinmektedir. Nano-gübreler, bitkilerin besin maddelerini emme yeteneğini geliştiren, nano ölçekli aralıkta kolayca bulunabilen besin maddeleri içeren (Janmohammadi ve ark., 2016) yeni nesil sentetik gübrelerdir (Ditta, 2012). Bu malzemeler, 8 µm ila 10 nm arasında değişen çok küçük boyutların benzersiz özelliklerine sahiptir (Das ve ark., 2004). Nano-gübreler, tarım için büyük bir yenilik olabilecek potansiyel çıktılardan biridir; nano-malzemelerin geniş yüzey alanı ve küçük boyutu, bitki gübrelemesi için gelişmiş etkileşim ve besin maddelerinin verimli bir şekilde alınmasına imkân sağlamaktadır (DeRosa ve ark., 2010). Nanoteknolojinin gübre ürünlerine entegrasyonu, salınım profillerini iyileştirebilir ve alım verimliliğini artırarak önemli ekonomik ve çevresel faydalar sağlayabilir.

Subramanian ve ark. (2015), nano gübrelerin 30 ila 40 nm arasında değişen nano boyutlarda besin taşıyıcıları olduğunu ve yüksek yüzey alanları nedeniyle bol miktarda besin iyonu tutabildiklerini ve bitki talebiyle orantılı olarak yavaş ve istikrarlı bir şekilde saldıklarını belirtmişlerdir. Ancak Chhipa ve Joshi (2016), nano gübrelerin üç kategoriye ayrıldığını bildirmişlerdir. Bunlar bitkilerin besin maddesi gereksinimlerine bağlı olarak makro-nano-gübreler, mikro-nano-gübreler ve nano-partikül gübrelerdir. Ayrıca, nano taşıyıcılar, nano kapsüller ve nano besinler şeklindeki nano yapıları gübreler, bitki besin maddelerinin kullanım etkinliğini artırabilen, besin salınımını kontrol edebilen ve çevre kirliliğini azaltabilen akıllı gübreler olarak düşünülebilmektedir (Yaseen ve ark., 2020).

Nano gübreler, geleneksel gübrelerle karşılaştırıldığında, besin etkinliğini artırmanın ve bitki beslenmesini iyileştirmenin bir yolu olarak incelenmektedir (Mikkelsen, 2018). Gübre ve bitki korumada nano

teknolojinin mevcut uygulamaları üç kategoriye ayrılabilir (Mastronardi ve ark., 2015):

(a) Nano ölçekli gübre girdileri: Bu kategori, bir gübre girdisinin nano boyutlu yeniden formülasyonunun örneklerini açıklamaktadır. Gübre veya ek maddenin boyutu, mekanik veya kimyasal yöntemler kullanılarak nano ölçeğe kadar küçültülür. Girdi tipik olarak nano parçacıklar biçimindedir, ancak başka biçimlerde de olabilmektedir.

(b) Nano ölçekli katkı maddeleri: Bu kategori, nano malzemelerin toplu (>100 nm ölçekli) ürüne eklendiği örnekleri içermektedir. Bu nano malzemeler, bitkilerde veya toprakta su tutma veya patojen kontrolü gibi yardımcı bir nedenle eklenen bir ek malzeme olabilmektedir.

(c) Gübreler için nano ölçekli kaplamalar veya ana malzemeler: Bu kategori, besin girdisinin kontrollü salınımı için kullanılan nano-ince filmleri veya nano-gözenekli malzemeleri tanımlamaktadır. Bunlar, örneğin zeolitleri, diğer killeri ve ince polimer kaplamaları içermektedir.

4. Nano-Gübrelemenin Önemi Ve Avantajları

Lin ve Xing (2007) ve Navarro ve ark. (2008), nano gübrelerin yüksek yeterliliğini aşağıdaki faktörlere bağlamışlardır;

- Nano malzemelerin diğer bileşiklerle reaktivitesi, bitki metabolizması için daha fazla alan sağlayan daha yüksek yüzey alanları ve çok daha küçük parçacık boyutları nedeniyle sıradan olanlardan daha yüksektir.
- Nano-gübreler ve bitkiler arasındaki temas yüzeyinin artmasına yol açan birim başına özgül yüzey alanını ve parçacık sayısını artıran nano parçacıkların boyutunun küçülmesi nedeniyle besin salınımının ve bitki alımının artması.

Nano gübrelerin kullanımının besin kullanım etkinliğinde artışa neden olduğu, toprak toksisitesini azalttığı, aşırı dozdan kaynaklanan potansiyel olumsuz etkileri en aza indirdiği ve uygulama sıklığını azalttığı birçok çalışma ile gösterilmiştir. Bu nedenle, nano-teknoloji, özellikle gelişmekte olan

ülkelerde sürdürülebilir tarıma ulaşmak için yüksek bir potansiyele sahiptir (Naderi ve Danesh Shahraki, 2013).

Zulfiqar ve ark. (2019), nano gübrelerin, besin kullanım verimliliğini artırmaya yönelik güçlü potansiyelleri sayesinde beslenme yönetiminde faydalar sunduğundan bahsetmişlerdir. Tek başına veya kombinasyon halinde uygulanan besinler, geleneksel gübrelere kıyasla besinleri çok yavaş salan nano boyutlu adsorbanlara bağlanmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca besin kullanım verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda besin maddelerinin yer altı suyuna sızmasını da en aza indirmektedir. Ayrıca, nano-gübreler abiyotik stres toleransını artırmak için kullanılabilmekte ve büyük ek faydalar sağlamak için mikroorganizmalarla (nano-biyo-gübreler olarak adlandırılır) kombinasyon halinde kullanılabilir.

Conley ve ark. (2009), tarımda nano malzemelerin kullanılmasının amacının, geleneksel ürünlere ve yaklaşımlara kıyasla daha az girdi geliştirerek ve daha az atık üreterek tarımsal uygulamaların etkinliğini ve sürdürülebilirliğini artırmak olduğunu, gübrelerin bitki büyümesi ve gelişmesi için hayati önem taşıdığını belirtmişlerdir. Eklenen gübrelerin çoğu, yıkama ve hidroliz yoluyla bozunma, çözünürlük ve ayrışma gibi çeşitli faktörler nedeniyle bitkiler tarafından kullanılamamaktadır. Geleneksel gübrelerin tarıma yüksek oranda ve uzun süreli olarak eklenmesi dünya çapında büyük çevre sorunlarına neden olmaktadır.

Nano-gübreler, besinlerin, fito mevcudiyetini artıran akıllı malzemeler olarak öne çıkmaktadır (Jahan, 2018). Nano gübrelerin uygulanması, toprakta çözünmeyen besinlerin çözünürlüğünü ve dağılımını iyileştirebilmekte, besin hareketsizliğini azaltabilmekte (toprak fiksasyonu) ve biyo-yararlanımı artırabilmektedir (Naderi ve Danesh-Shahraki 2013).

Guru ve ark. (2015), nano-gübrelerin ortak özelliklerinin şunları içerdiğini göstermişlerdir;

- Yaprak ve toprak uygulamaları yoluyla bitki büyümesini artırmak için uygun besin maddelerinin sağlanması,
- Çevre dostu bitki besin kaynakları ve düşük maliyet,
- Gübreleme işleminde yüksek verimliliğe sahip olma,
- Mineral gübrelerle tamamlayıcı rolü alma,
- Çevreyi kirlilik tehlikelerinden koruma ve

- Nano-gübreler, içme suyunun kirlenmesini ortadan kaldırmamıza yardımcı olarak geleneksel gübrelerin gelişmekte olan alternatifleri olarak kabul edilebilmektedir.

Nano gübreler, eski kimyasal gübrelerin nano ve biyogübrelerle değiştirildiği ve geleneksel kimyasal gübrelere kıyasla büyük ölçüde verimlilikleri ve çevre dostu yapıları nedeniyle tercih edildiği önemli bir rol oynamaktadır (Janmohammadi ve ark., 2016). Eklemenin birincil kullanımı, besin maddelerinin topraktan hızlı bir şekilde ve daha iyi, daha hızlı verim alınmasıdır. Toprak ve bitki sistemi arasındaki simbiyotik değişim çok verimlidir. Yavaş ve verimli bir şekilde uygulandığında, gerekli tüm besinler bitki tarafından alınır, bitkide gerekli enerjiyi geri kazandırır ve böylece verim büyük ölçüde artar (Ramehaiah ve ark., 2015).

Son araştırmalar, nano-gübrelerin hem tohumların çimlenmesinde hem de fidelerin gelişmesinde ilerleme sağlayabildiğini ortaya koymuştur. Bu, tohumlara etkili bir şekilde nüfuz etme kapasitesine ve gelişen fidelere çeşitli takviyelerin erişilebilirliğini artırmasına bağlanmaktadır (Antar ve Igor, 2018). Nano partikül gübrelerin tasarlanmasındaki amaç, bitkiler için gerekli besin maddelerini çevreye büyük miktarlarda gübre eklemeden etkili bir şekilde iletmektir. Bitki hastalıklarını bastırmaya yol açan nano ölçekli mikro besinlerin kullanımı ve beslenme durumu ile bitki hastalıkları arasındaki ilişki araştırılmaktadır. Nano malzemeler bitki hücrelerine nüfuz edebilir; DNA ve diğer kimyasal bileşikleri hücrelerde taşıyarak bitki biyoteknolojisindeki özel gen manipülasyonunu hedefleme olasılığını genişletebilirler (Predoi ve ark., 2020).

5. Şeker Pancarının Çeşitli Besin Maddelerine Tepkisi

5.1. Azot

Hücrenin önemli bir bileşeni olan azot, amino asitler, proteinler, nükleik asitler, profilinler, flavinler, pürinler ve piramidin nükleotidleri, enzimler, koenzimler ve alkaloidler gibi çeşitli metabolik olarak aktif bileşiklerin önemli bir parçası olması nedeniyle hücre bölünmesi ve uzamasında hayati bir rol oynamaktadır (Morteza ve ark., 2013). Azot (N) hayati bir bitki besin maddesidir ve şeker pancarı için önemli bir verim ve

kalite faktörüdür. Azot yönetimi, şeker pancarının verimli bir şekilde yetiştirilmesi için her zaman dengeleyici bir eylem olmuştur. Toprak azot kullanılabilirliği, çevre, sıcaklık, nem, ürün rotasyonu, toprak drenajı, pH ve diğer toprak fiziksel ve kimyasal özellikleri gibi farklı faktörlere bağlıdır (Al-Kaisi, 2001). Günümüzde, azot kullanım etkinliği yüksek ekim sistemlerinin daha iyi azot yönetimine sahip olduğu ve azot sızıntısını azalttığı düşünülmektedir (Mele, 2017). İlk olarak, potansiyel verim elde etmek için bitkinin azot gereksinimleri dikkate alınmalı, ikinci olarak, uygun gübre tavsiyesi için topraktaki azot miktarına dikkat edilmelidir (Isfan ve ark., 1991). Bu nedenle şeker pancarı için azotlu gübre, toprak analizine ve toprak nitratının 0-30 cm derinlikte belirlenmesine bağlı olarak kullanılmalıdır (Noshad, 2010). Şeker pancarında aşırı azotlu gübre kullanımı kökün yapısını bozmakta, beyaz şeker içeriğini ve kök kalitesini düşürmektedir (Hoffmann, 2010). Tuzlu topraklarda azotlu gübre kullanım miktarına ilişkin farklı raporlar vardır, ancak raporların çoğu üre veya amonyum nitrat kaynaklarından 150-250 kg ha⁻¹ azot önermektedir (Jahadabbar, 2005; Shahabi Far, 2009; Shahabi, 2010; Salama ve ark., 2019). Tuzlu topraklarda azotun normal tavsiyeden %25 daha fazla kullanılması da önerilmektedir (Jahadabbar, 2005), ancak toprak analizine dayalı tavsiye her koşulda gübre kullanımı için ana strateji olmalıdır.

Bitkiler gelişmek için sezonun başlarında azota ihtiyaç duyarlar, ancak çok fazla geç kalınması şeker seviyelerinin düşmesine neden olabilmektedir (Snyder, 2017). Bu nedenle, optimum şeker pancarı üretimi için uygun azot yönetimi kritik öneme sahiptir. Optimum dozla karşılaştırıldığında, çok az azot uygulaması kök tonajının azalmasına neden olurken, çok fazla azot uygulaması şeker konsantrasyonlarının düşmesine ve saflıklarının azalmasına neden olmaktadır (Hergert, 2010).

Azot gübrelemesi toprak verimliliğini ve ürün üretkenliğini önemli ölçüde artırmaktadır (Ahmad ve ark., 2017). Yaprak alanı, yaprak alanı indeksi ve fotosentetik oran gibi bitki fizyolojisi durumunda, azot uygulaması ile iyileşebilmekte ve bu da sonunda verimi artırabilmektedir (Cai ve Ge, 2004). Azot, verimle doğrudan ilişkisi nedeniyle şeker pancarı için muhtemelen en çok çalışılan besin maddesidir ve bitki verimliliğini en çok sınırlayan besin maddesidir (Loomis ve Conor, 1992). Azot yönetimi toprak

su ilişkileri ile keskin bir şekilde bağlantılıdır (Raun ve Schepers, 2008). Bununla birlikte, N yönetiminin zorlu kısmı, tarladan en karlı şeker miktarını üretmek için gereken N miktarının belirlenmesinde ortaya çıkar. Uygun N yönetimi, N uygulaması, N alımı ve salınımı, iyi bir erken kanopi büyümesine izin vermek için gerçekleşmelidir (Malnou ve ark., 2008). Azot yönetimi, hasattan önceki 4-6 hafta içinde aşırı azot olmadan sürdürülmelidir (Draycott ve Christenson, 2003). Geypens ve ark. (1998) azot oranının önerilen dozdan (80 kg N ha^{-1}) daha fazla artırılmasının kök verimini artırdığını, ancak şeker içeriğini azalttığını bildirirlerken, Paul ve ark. (2018a) daha yüksek azot dozunun meyve suyundaki sakkaroz içeriğini önemli ölçüde engellemeden pancar verimini artırdığını belirtmişlerdir.

Yağmurla beslenen alanlarda yağışın belirsizliği nedeniyle N oranını, yerleştirmeyi ve zamanlamayı yönetmek zor olabilir (de Koeijer ve ark., 2003). Bu durum, denitrifikasyon veya sızıntıdan kaynaklanan N kayıpları nedeniyle N verimliliği ve N kullanımının geri kazanımı üzerinde önemli etkilere sahip olabilmektedir (Mulla ve Strock, 2008). Yağmurla beslenen alanlarda azot uygulaması, N kullanım verimliliğini artırmak ve başta sızıntı olmak üzere çevresel etkileri azaltmak amacıyla genellikle ekimden önceki ilkbahar döneminden büyüme mevsiminin başlarına kadar azaltılmıştır (Draycott ve Christenson, 2003). Kök ve sakkaroz verimini maksimize etmek için kritik seviyenin 39 mg kg^{-1} olduğu tespit edilmiştir.

5.2. Fosfor

Fosfor, hücresel süreçlerde hayati bir rol oynayarak bitkilerin verimliliğini belirleyen çok önemli bir elementtir (Malhotra ve ark., 2018). Bu elementin yapısal rolleri gerçekten önemli olsa da adenzin trifosfatın (ATP) aracılık ettiği enerji transferinde oynadığı rol daha iyi bilinmektedir. Bu reaksiyonlar solunum, fotosentez ve şeker üretiminde meydana gelmektedir (Draycott ve Christenson, 2003). Fosfor, nükleik asitlerin ve lipitlerin bir bileşenidir ve şeker pancarı üretimi sırasında şeker, yağ ve protein üretiminde ve taşınmasında önemlidir (Ghaly ve ark., 2019). Enerji üretimi, nükleik asit sentezi, fotosentez, glikoliz, solunum, karbonhidrat metabolizması ve azot fiksasyonu dahil olmak üzere bitkide çok sayıda işlev için gerekli olan kritik bir makro besindir (Abel ve ark., 2002). Fosfor, şeker pancarı yetiştiriciliği

için azota kıyasla en sınırlayıcı ikinci besin maddesidir (Malhotra ve ark., 2018). Özellikle hızlı kök büyümesini ve diğer besin maddelerinin iyi alımını sağlayan erken kök gelişimi sırasında önemlidir. Fosfor, bitki hücreleri içinde enerji transferine yardımcı olmakta ve ayrıca hücre zarının yapısal bütünlüğünü düzenlemektedir (Ahmad ve ark., 2017). Fosfor eksikliği olan bitkiler bodur, sert görümlü ve daha koyu yeşilden donuk mavi-yeşile kadar değişen yapraklara sahiptir (Uchida, 2000). Fosfor eksikliği, yüksek pH ve düşük organik madde içeren topraklarla ilişkilidir. Optimum büyüme için üst kısımlarda %0.34 ve köklerde %0.15 fosforun yeterli olduğunu göstermektedir. Bu değerlerden daha düşük konsantrasyonlar, eksikliğin muhtemel belirtilerini ortaya çıkarmaktadır. Alım aralığı, düşük verim ve kısıtlı toprak rezervlerinin bir sonucu olarak 5 kg P₂O₅ ha⁻¹dan 100 kg ha⁻¹a kadar değişmektedir. Ancak, birçok veri 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ toplam alımın yüksek verim için yeterli olduğunu göstermektedir (Draycott ve Christenson, 2003). Seadh (2012), 30 kg P₂O₅ uygulamasının en yüksek büyüme karakterleri ile en yüksek kök, tepe ve şeker verimi değerlerini ürettiğini bildirmiştir. Madani ve ark. (2014) fosforlu gübrenin şeker verimi üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve en yüksek şeker veriminin (0.98 kg m⁻²) fosfor kaynağı olarak 375 kg ha⁻¹ amonyum süperfosfat ile gübrelendiğinde kaydedildiğini bildirmişlerdir. Hussain ve ark. (2014) fosfor ilavesinin pancar verimini kontrole göre %37 ve %47 oranında artırdığını belirtmişlerdir. Bu nedenle, yetiştiriciler pancar ve şeker verimini en üst düzeye çıkarmak için optimum fosfor dozunu korumalıdır.

5.3. Potasyum

Şeker pancarı yüksek potasyum ihtiyacı olan bir bitki olarak bilinmektedir (Johanson ve ark., 1971). Şeker pancarı tarafından alınan kationlar arasında en fazla miktarda potasyum alınmaktadır. Element köke K⁺ olarak girer (Draycott ve Christenson, 2003). Malakuoti (2000)'nin değerlendirmelerine göre, potasyum bitkilerde katalizör rolüne sahiptir ve eksikliği bitkilerde hastalık ve zararlılara karşı direnci azaltırken, kuraklığa karşı daha hassas hale getirmektedir. Potasyumun, özellikle optimum verim üretirken, şeker pancarının erken canlılığını ve büyümesini büyük ölçüde iyileştirdiği belirtilmiştir. Potasyumun azot gibi diğer besin elementleri ile

birlikte dengeli ve etkili gübrenmesi, yalnızca bitkinin büyümesi, verimi ve sürdürülebilir kalitesinde değil, aynı zamanda bitki sağlığında ve çevresel risklerin azaltılmasında da çok etkilidir (Wang ve ark., 2013). Fotosentez için önemlidir ve yapraklarda üretilen şekerin depo köküne taşınması potasyuma bağlıdır. Hasatta, potasyum verilen bitkiler, hiç verilmeyenlere göre önemli ölçüde daha yüksek şeker oranına sahiptir (Draycott ve Christenson, 2003). Potasyum ve beraberindeki anyonlar, glikofitik bitki türlerinin hücre ve dokularının ozmotik potansiyeline büyük katkıda bulunmaktadır. Sürgün ve köklerin kuru ağırlıkları ve taze ağırlıkları potasyum seviyesindeki artıştan önemli ölçüde etkilenmiştir. Potasyum gübrelemesinin neden olduğu sürgün, kök taze ve kuru ağırlıklarında, bitkilerdeki yaprak alanlarında artışa, bu da kök ve şeker veriminde artışa neden olmaktadır (Draycott ve Christenson, 2003). Geri kazanılabilir şeker verimindeki artış, fotosentez süreci yoluyla organik bileşikler artıran potasyumun besin alımı ve beslenme dengesindeki rolüne bağlanabilmektedir (Attia, 2004). Awad ve ark. (2013), 48 kg K₂O ha⁻¹ uygulamasının yaprak alan indeksi, kuru madde birikimi, bitki kök uzunluğu, kök çapı, kök ağırlığı, kök verimi, toprak üstü verim, toplam çözünebilir katı madde (TSS) ve beyaz şeker veriminde diğer uygulamalara kıyasla önemli ölçüde artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Potasyum uygulaması 100 kg K₂O ha⁻¹ kök verimini, sürgün verimini, saf olmayan şeker yüzdesini, saf şeker yüzdesini ve şeker verimini tam ve eksik sulama altında kontrole göre artırmıştır (Mehrandish ve ark., 2012).

5.4. Kükürt

Kükürt, önemli metabolik ve yapısal bileşiklerin temel bir bileşeni olduğu için genellikle dördüncü ana bitki besin maddesi olarak adlandırılmaktadır (Thomas ve ark., 2003). Şeker pancarındaki kükürt eksiklikleri genellikle yaprak örtüsünün sararması şeklinde görülür. Şeker pancarında kükürt eksikliği CO₂ alımının ve asimilasyonunun azalmasına neden olmaktadır (Terry, 1976). Kükürt kritik bir seviyenin altına düştükçe, klorofil içeriği azalmakta ve bu da fotosentezi azaltmaktadır (Resurreccion ve ark., 2001). Tahıllar ve yağlı tohum bitkileri ile karşılaştırıldığında, şeker pancarının kükürt ihtiyacı nispeten düşüktür (Syers ve ark., 1987), ancak sürekli yaprak büyümesini ve depo kök gelişimini desteklemek için büyüme

mevsimi boyunca sürekli kükürt girdisine ihtiyaç duymaktadır (Thomas ve ark., 2003). Sulanan alanlarda şeker pancarının kükürt gübrelere tepkisi oldukça azdır, çünkü sulama suyu genellikle S ihtiyacını karşılamak için yeterli sülfat içermektedir. Bu sorun Kaliforniya'da kaydedilmiştir (Ulrich ve Hills, 1969) ancak son ABD araştırmalarında bir endişe olarak rapor edilmemiştir (Draycott ve Christenson, 2003). Şeker pancarı %1'den az organik madde içeren topraklarda yetiştiriliyorsa ve sulama suyundaki sülfat seviyesi 6 mg kg^{-1} dan azsa, 10 kg ha^{-1} S uygulanabilir. ABD'nin daha yüksek yağış alan bölgelerinde, kükürt uygulamasından kaynaklanan önemli artışlar olmamıştır (Draycott ve Christenson, 2003). Kükürt uygulaması (25 kg ha^{-1}), kök ve sürgün kuru madde birikiminde önemli artışlarla birlikte kök veriminde %25 artışla sonuçlanmıştır (Thomas ve ark., 2003). El-Zengin ve ark. (2009), uygulanan kükürt seviyelerinin artmasıyla kök ve şeker veriminin önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. İncelemeler, şeker pancarının verim ve kalitesini artırmak için oldukça yüksek bir kükürt talebine sahip olduğunu göstermiştir. Bu nedenle, şeker pancarının verim ve kalitesinin iyileştirilmesi için uygun kükürt yönetimi gereklidir.

5.5. Çinko

Çinko temel bir mikro besin maddesidir ve protein sentezi ve karbonhidrat metabolizması için kullanılan farklı enzim sistemlerinde uyarıcı görevi görmektedir (Madani ve ark., 2014). Kloroplast gelişimine ve oksinlerin (bitki büyüme düzenleyicileri) metabolizmasına yardımcı olduğu için farklı düzenleyici temel büyüme süreçlerinde yer almaktadır. Enan (2004), Zn'nin bitkilerde fosfor ve azot kullanımına yardımcı olmasındaki rolünün, Zn uygulamasıyla elde edilen üst ve kök taze ağırlıklarındaki artıştan sorumlu olabileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde, Zn'nin bitkilerdeki karbonhidrat metabolizmasındaki rolü, Zn uygulamasıyla bitki kuru ağırlığındaki artışı etkilemiş olabilir. Abdel-Motagally (2009) ve Menisy (2009)'e göre, Zn, Mn ve Fe şelat ile yapraktan püskürtme yoluyla şeker pancarının üst ve kök kuru ağırlıkları artmaktadır. Pancar verimi, 1.5 ve

2.0 Zn kg ha⁻¹ uygulamasıyla kontrole göre sırasıyla %14.5 ve %21.8 oranında artmıştır (Barlóg ve ark., 2016) ve Zn 0.5 kg ha⁻¹ şeker verimini kontrole kıyasla önemli ölçüde artırmıştır. Pancar verimi, sakkaroz yüzdesi yapraktan 150 mg/l'ye kadar Zn uygulamasıyla önemli ölçüde artarken melastaki safsızlıkları azaltır (Attia ve Abdel-Motagally, 2015). Abd El Gawad ve ark. (2004) şeker pancarı kökünün K içeriğinin yapraktan Zn uygulaması ile önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca, Zn'nin yapraktan uygulanmasının melasa şeker kaybı üzerinde önemli bir etkisi vardır. Şeker pancarına 5 kg ha⁻¹ çinko uygulanması şeker pancarının verimini ve kalitesini önemli ölçüde artırmıştır. Artış oranı kök veriminde %4.62-6.97, şeker yüzdesinde %2.09-5.75, beyaz şeker yüzdesinde %2.60-8.03 ve beyaz şeker veriminde %7.84-13.06 aralığında olmuştur (Piskin, 2017). Sonuç olarak, şeker pancarı verimi ve kalitesinin topraktan veya yapraktan çinko uygulamasından önemli ölçüde etkilendiğini göstermektedir.

5.6. Bor

Bor, hücre duvarı oluşumunu ve karbonhidrat metabolizmasını desteklemede önemli bir rol oynar ve şeker translokasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Ahmad ve ark., 2009). Bor eksikliği, bitkisel üretimde çinkodan sonra en hayati ikinci mikro besin maddesi kısıtlaması olarak anlaşılmıştır. Şeker pancarı genellikle diğer ürünlere kıyasla nispeten yüksek bor gereksinimine sahip olarak kabul edilmektedir (Tlili ve ark., 2018). Öncelikle şeker pancarının aktif olarak büyüyen ve gelişen köklerine şeker üretimi ve taşınması ile ilişkilidir (Barker ve Pilbeama, 2007). Bor, şeker pancarının ihtiyaç duyduğu iz elementler arasında açık ara en önemlisidir, çünkü yeterli tedarik olmadan köklerin verimi ve kalitesi çok düşüktür. Borun yapraktan püskürtülmesinin yanı sıra toprağa uygulanması da eşit derecede etkilidir, dolayısıyla taze kök ağırlığı, sakkaroz yüzdesi, kök ve tepe verimi bor seviyelerinin artırılmasıyla önemli ölçüde artmıştır.

Armin ve Asgharipour (2012) en yüksek kök verimi ve sakkaroz konsantrasyonunun %12 borik asit püskürtülmesiyle elde edildiğini bildirmişlerdir. Soliman ve ark. (2014) yapraktan bor uygulamasının şeker pancarının büyüme karakterlerinde önemli tepkiler verdiğini ve şeker, meyve suyu saflığı ve ham protein yüzdesinde önemli bir artış sağladığını göstermişlerdir. Islam ve ark. (2015), 1.5 kg ha⁻¹ bazal Bor uygulamasının pancar verimini, meyve suyu kalitesini artırdığını ve şeker pancarının taç çürüklüğü hassasiyetini baskıladığını bildirmişlerdir. Öte yandan Abdel Motagally (2015), bor konsantrasyonları (0, 50 ve 100 ppm) ve çeşitli uygulama zamanları (ekimden 35, 70 ve 105 gün sonra) ile bir deneme yürütmüş ve şeker pancarının, verim ve kalite özelliklerinin yüksek bor konsantrasyonu ile önemli ölçüde arttığını bildirmiştir. Cooke ve Scott (1993), borun şeker pancarı tarafından temel olarak talep edilen en önemli iz element olarak görev yaptığını bildirmişlerdir. Gobarah ve Mekki (2005)'ye göre, şeker pancarının kök uzunluğu, çapı ve kök verimi 15 kg B ha⁻¹ uygulamasıyla artmıştır. Borun hem topraktan hem de yapraktan uygulanması şeker pancarında etkilidir. Bu nedenle, şeker pancarının verimli bir şekilde yetiştirilmesi için yeterli miktarda bor mikro besin maddesi tedariki gereklidir.

5.7. Mangan ve diğer mikro besin elementleri

Mangan (Mn), bitki metabolizmasında birçok işlevsel role sahip temel bir mikro besindir. Hidroliz, fosforilasyon, dekarboksilasyon ve transaminasyonda yer alan enzimler için bir kofaktördür (Schmidt ve Husted, 2019). Manganez, protein ve yağ metabolizması için kullanılan enzimlerin üretimine yardımcı olmaktadır. Kompoze gübre ile birlikte 25-30 kg ha⁻¹ mangan uygulaması, mangan içermeyen kompoze gübreyle kıyasla ortalama kök verimini 2 t ha⁻¹ (+%7) artırmıştır (Erjala, 1986). Mekki (2014), tek başına mangan uygulamasının şeker pancarında kök uzunluğu ve çapının yanı sıra taze kök ağırlığını da artırdığını bildirmiştir. El Sherief ve ark. (2016) saflık yüzdesinin 20 kg Mn⁻¹ uygulamasında önemli ölçüde arttığını bildirmişlerdir.

Demir (Fe), mangan (Mn) ve çinko (Zn) konsantrasyonları ve şeker pancarı kökleri tarafından alımları, kontrol uygulamasına kıyasla Zn ile yaprak spreynin 75 ila 150 mg L⁻¹ arasında artmasıyla önemli ölçüde artmaktadır (Attia ve Abdel-Motagally, 2015). Gobarb ve Thalooh (2001) Fe, Mn ve Zn gibi bazı mikro besin elementlerinin şeker pancarının verim bileşenlerini ve verim kalitesini artırmanın yanı sıra büyüme dönemindeki eksikliklerini karşılamada önemli olduğunu bildirmişlerdir. Gobarah ve ark. (2014), şeker pancarında en yüksek verim ve kalitenin, ekimden 60 ve 90 gün sonra iki kez mikro besin karışımının (Fe+Zn+Mn+B) her biri için 50 ppm (Çinko sülfat, Mangan sülfat ve Borik asit) ve 100 ppm Demir sülfat şeklinde püskürtülmesiyle elde edildiğini bildirmişlerdir. Masri ve Hamza (2015) artan seviyelerde Zn+Mn+Fe+B mikro besin elementlerinin yapraktan uygulanmasının şeker pancarının verim özelliklerini, pancar verimini, toplam çözünebilir katı madde (TSS), sakkaroz yüzdesini, saflık yüzdesini ve ekstrakte edilebilir sakkaroz yüzdesini arttırdığını bildirmişlerdir. Sonuç olarak, Mn ile birlikte Zn, Fe, B gibi diğer mikro besinler pancar verimini ve şeker pancarının çeşitli kalite parametrelerini önemli ölçüde etkilemektedir.

6. Şeker Pancarının Gübre Ve Entegre Gübrelemeye Tepkisi

Organik gübrelerin sürdürülebilir tarım için daha yüksek ürün verimliliği sağladığı düşünülmektedir. Toprağa besin sağlanması ve su tutma kapasitesini artırır, böylece tohum çimlenmesi ve bitki kök gelişimi için toprağın daha iyi havalanmasına yardımcı olur (Zia ve ark., 1998). Hergert ve Nielsen (2011) gübrenin şeker verimini önemli ölçüde artırdığını, melas üretiminde şeker kaybı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Gübre, şeker pancarı için değerli bir besin kaynağı olmakla birlikte şeker içeriğini ve saflığı etkileyebilecek şekilde yavaş mineralize olmaktadır (Paul ve ark., 2018b). Topcuoğlu ve Önal (2005), kanatlı gübresinin şeker pancarında toplam verimi ve şeker içeriğini artırdığını bildirmişlerdir. Kanatlı gübresinin en iyi uygulama seviyesi 10 t ha⁻¹ olarak bulunmuştur, ancak 40 t ha⁻¹ kanatlı gübresi uygulamalarında verim düşmüştür. Gary ve ark. (2016) 20 t ha⁻¹ gübre uygulamasının şeker verimini %10 artırdığını, melas üretiminde şeker kaybı üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bulurlarken, Al-Labbody (1998) çiftlik gübresinin 4.01'den 9.6 t ha⁻¹'e çıkarılmasının sakkaroz

yüzdesini ve şeker verimini önemli ölçüde artırdığını belirtmiştir. Kopczyński ve ark. (1999) solucan gübresi uygulamasının kök ve şeker verimini artırdığını ve köklerdeki şeker içeriğini geliştirdiğini tespit etmelerine rağmen, Zalat ve Nemeat Alla (2001) 6 ton çiftlik gübresi ilavesinin en yüksek sakkaroz (%SC) ve toplam çözünür katı madde (%TSS) değerlerini verdiğini doğrulamışlardır. El Agrodi ve ark. (2011) % SC, % TSS, saflık ve şeker verimi gibi kök kalite parametrelerinin tavuk gübresi ile kontrole göre önemli ölçüde arttığını ve tavuk gübresinin alçıtaşı ile birlikte kök verimini önemli ölçüde artırdığını belirtmişlerdir. Marinhovic ve ark. (2004) organik gübre uygulamasının verimi 1.41'den 2.13 t ha⁻¹'a yükselttiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Hassan (2005) organik gübre uygulamasının kök verimi, şeker verimi, sakkaroz içeriği, saflık yüzdesi ve köklerdeki makro (N, P, K) ve mikro besin elementleri (Fe, Mn, Zn) konsantrasyonlarında artışa neden olduğunu belirtmiştir. Buna ek olarak, Paul ve ark. (2018b), önerilen %75 NPK dozu ve diğer inorganik gübreler + kanatlı gübresi ile gübrelenen şeker pancarının, tek başına inorganik gübre ve kanatlı gübresi uygulamasına kıyasla pancar verimini artırdığını bildirmişlerdir. Balakrishnan ve Selvakumar (2008), üre ile birlikte biyo-gübre yoluyla %100 N uygulamasının şeker pancarı çıkışı, verimi ve kalitesi açısından en üstün sonucu sağladığını bildirmişlerdir. Sohel (2016), inorganik gübre (Üre-TSPMoP) 260, 100, 225 kg ile inek gübresinin 10 t ha⁻¹ birlikte uygulanmasının en yüksek pancar verimine (90.49 t ha⁻¹) katkıda bulunduğunu kaydetmiştir. Yukarıdaki sonuçlar, tek başına gübre uygulamasının veya gübrenin inorganik gübrelerle entegrasyonunun şeker pancarının verimini ve meyve suyu kalitesini artırdığını göstermiştir.

Kaynaklar

- Abdel-Motagally, F. M. F. (2009). Effect of potassium fertilizer and foliar spray of micronutrients on sugar beet grown in newly reclaimed soil. *Minia J. Agric. Res. & Develop.*, 29(2): 283-298.
- Abdel-Motagally, F. M. F. (2015). Effect concentration and spraying time of boron on yield and quality traits of sugar beet grown in newly reclaimed soil conditions. *Assiut J. Agric. Sci*, 46(6), 15-26.
- Abd El-Gawad, A. M., Al-lam, S. A. H., Saif, L. M. A., & Osman, A. M. H. (2004). Effect of some micronutrients on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). II- Juice quality and chemical compositions. *Egypt. J. Agric. Res.*, 82(4):1681-1701.
- Abel, S., Ticconi, C. A., & Delatorre, C. A. (2002). Phosphate sensing in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 115:1-8.
- Abido, W.A.E. (2012). Sugar beet productivity as affected by foliar spraying with methanol and boron. *Int J Agric Sci*, 4(7):287–292.
- Ahmad, W., A. Niaz, S. Kanwal & Rahmatullah (2009). Role of boron in plant growth: a review. *J. Agric. Res.*, 47(3): 329-338.
- Ahmad, I., Ahmad, B., Ali, S., Kamran, M., Fang, H.Q., & Bilegjargal, B. (2017). Nutrients management strategies to improve yield and quality of sugar beet in semi-arid regions. *J Plant Nutr* 40(15): 2109–2115.
- Al-Kaisi, M. (2001). Value of crop rotation in nitrogen management, vol 6. Iowa State University, Department of Agronomy IC-486, p 49. <https://www.pan-europe.info/old/Campaigns/documents/Agriculture/PAN%20E%20Advantages%20of%20crop%20rotation-1.doc>
- Al-Labbody, A. H. S. A. (1998). Effect of fertilization and harvesting date on yield and quality of sugar beet. M. Sc. Thesis, Fac. Agric., Al-Azhar Univ., Egypt.
- Antar, B., Igor, S. (2018). Effect of nano-fertilizer on seed germination and first stages of bitter almond seedlings' growth under saline conditions. *Bio Nano Sci* 8:742–751.

- Armin, M., & Asgharipour, M. (2012). Effect of time and concentration of boron foliar application on yield and quality of sugar beet. *Am-Eurasian J Agric Environ Sci* 12:444–448.
- Attia, K. K. (2004). Effect of saline irrigation water and foliar application with K, Zn and B on yield and quality of some sugar beet cultivars grown on a sandy loam calcareous soil. Workshop on "Agricultural Development in the Arab Nation, Obstacles & Solutions" Jan. 20-22, 2004, Assiut, Egypt.
- Attia, K. K., & Abdel-Motagally, F. M. F. (2015). Influence of Potassium Fertilization and Foliar Application of Zinc on Sugar Beet Plants Grown on a Calcareous Sandy Soil. *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 46(6).
- Awad, N. M. M., Gharib, H. S., & Moustafa, S. M. J. (2013). Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to potassium and sulphur supply in clayed soil at North Delta, Egypt. *Egypt. J. Agron.*, 35(1): 77-91.
- Bairagi, A., Paul, S.K., Kader, M.A., & Hossain, M.S. (2013). Yield of tropical sugar beet as influenced by variety and rate of fertilizer application. *Pakistan Sugar J* 28(4):13–20.
- Balakrishnan, A., & Selvakumar, T. (2009). Evaluation of suitable tropical sugar beet hybrids with optimum time of sowing. *Sugar Tech* 11(1):65–68.
- Barker, A.V., & Pilbeam, D.T. (2007). Handbook of Plant Nutrition (Books in Soils, Plants and the Environment). CRC Press, Boca Raton, FL, p 773.
- Barłóg, P., A. Nowacka & Błaszyk, R. (2016). Effect of zinc band application on sugar beet yield, quality and nutrient uptake. *Plant, Soil and Environ.*, 62(1): 30–35.
- Cai, B. & Ge, J. (2004). The effect of nitrogen amount on photosynthetic rate of sugar beet. *Nature Sci.*, 2(2): 60–63.
- Chhipa, H., & Joshi, P. (2016). Nano-fertilizers, nanopesticides and nanosensors in agriculture. In: Ranjan S, Dasgupta N, Lichtfouse E (eds) Nanoscience in food and agriculture. Sustainable agriculture reviews, vol 20, pp 247–282.

- Christenson, D.R., & Draycott, A.P. (2006). Nutrition – phosphorus, Sulphur, potassium, sodium, calcium, magnesium and micronutrients – liming and nutrient deficiencies. In: Draycott AP (ed) Sugar Beet. Blackwell Publishing Ltd, Bury St, Edmunds, pp 185–219.
- Conley, D.J., Paerl, H.W., Howarth, R.W., Boesch, D.F., & Seitzinger, S.P. (2009). Ecology controlling eutrophication: nitrogen and phosphorus. *Science* 323:1014–1015.
- Cooke, D. A. & Scott, R. K. (1993). The Sugar Beet Crop. Chapman and Hall London, PP. 262- 265.
- Das, R, Kiley, P.J., Segal, M., Norville, J., Yu, A.A., Wang, L., & Lebedev, N. (2004). Integration of photosynthetic protein molecular complexes in solid-state electronic devices. *Nano Lett* 4(6): 1079–1083.
- de Koeijer, T. J., de Buck, A. J., Wossink, G. A. A., Oenema J., Renkema, J. A. & Struik, P. C. (2003). Annual variation in weather: its implications for sustainability in the case of optimizing nitrogen input in sugar beet. *European J. Agron.*, 19: 251–264.
- DeRosa, M. C., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R., & Sultan, Y. (2010). Nanotechnology in fertilizers. *Nature nanotechnology*, 5(2), 91-91.
- Ditta, A. (2012). How helpful is nanotechnology in agriculture?. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 3(3), 033002.
- Draycott, A. P., & Christenson, D. R. (2003). *Nutrients for sugar beet production: Soil-plant relationships*. Cabi.
- El-Agrodi, M. W. M., El-Zehery, T. M., & Issa, H. L. (2011). Effect of chicken manure and gypsum on sugar beet (*Beta vulgaris*, var. *saccharifera*, L.) under saline condition. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 2(6), 701-716.
- El-Sherief, M., Moustafa, S., & Neana, S. (2016). Response of sugar beet yield and quality to some micronutrients under sandy soil. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 7(2), 97-106.
- Enan, S. A. A. M. (2004). *Effect of transplanting and soil application of boron and zinc on yield and quality of sugar beet* (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis, Fac. Agric. Al-Azhar Univ., Egypt).

- Erjala, M. (1986). Control of manganese deficiency in sugar beet by placement of a manganated compound fertilizer. *Agricultural and Food Science*, 58(5), 215-220.
- Gary, W., Hergert, G. W. & Nielsen, R. A. (2016). Effect of manure compost on sugar beet yield and quality. University of Nebraska Panhandle Research and Extension Center. 4502 Avenue I, Scottsbluff, NE 69361.
- Geypens, M., Vanongeval, L., Elst, P. V., & Bries, J. (1998). Evaluation of nitrogen-fertilizer recommendations for sugar beet on the nitrogen-index expert system. *Communications in soil science and plant analysis*, 29(11-14), 2217-2225.
- Ghaly, F., Abd-Hady, M., & Abd-Elhamied, A. (2019). Effect of varieties, phosphorus and boron fertilization on sugar beet yield and its quality. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 10(2), 115-122.
- Gobarah, M. E., & Mekki, B. B. (2005). Influence of boron application on yield and juice quality of some sugar beet cultivars grown under saline soil conditions. *Journal of Applied Sciences Research*, 1(5), 373-379.
- Gobarah, M. E., Tawfik, M. M., Zaghoul, S. M., & Amin, G. A. (2014). Effect of combined application of different micronutrients on productivity and quality of sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.). *International Journal of Plant and Soil Science*, 3(6), 589-598.
- Gobarh, M. E. (2001). Effect of foliar application with some micronutrients on sugar beet grown in newly reclaimed sandy soil. *J. Agric. Sci., Mansoura Univ*, 26(10), 5929-5937.
- Guru, T., Veronica, N., Thatikunta, R., & Reddy, S. N. (2015). Crop nutrition management with nano fertilizers. *Int. J. Environ. Sci. Technol*, 1(1), 4-6.
- Hassan, W. M. (2005). Effect of some organic fertilizers and sulphur application on yield quality and nutrient contents of sugar beet. *J. Adv. Agric. Res*, 10(4), 965-977.
- Hassnein, A. M., Azab, M. A., El-Hawary, M. A., & Darwish, N. N. (2019). Effect of nano fertilization on sugar beet. *Al-Azhar Journal of Agricultural Research*, 44(2), 194-201.

- Heidari, G., Sohrabi, Y., & Esmailpoor, B. (2008). Influence of harvesting time on yield and yield components of sugar beet. *J. Agri. Soc. Sci*, 4(2), 69-73.
- Hergert, G.W. & Nielsen, R A. (2011). Effect of manure compost on sugar beet yield and quality. Conference Paper, March 2011.
- Hoffmann, C.M. (2010). Root quality of sugar beet. *Sugar Technol* 12:276–287.
- Hussain, Z., Khattak, R.A., Irshad, M., Mahmood, Q. (2014). Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) response to diammonium phosphate and potassium sulphate under saline–sodic condition. *Soil Use Manag* 30:320–327.
- Isfan, D., Cserni, I., & Tabi, M. (1991). Genetic variation of the physiological efficiency index of nitrogen in triticale. *Journal of plant nutrition*, 14(12), 1381-1390.
- Islam, M. S., Hossain, G. M. A., Islam, S., Alam, K. M., Mitu, A. S., Rahman, M. S., & Haque, M. A. (2015). Influence of Boron on yield, juice quality and crown rot incidence of tropical sugar beet cultivar ‘Shubhra’ grown at two AEZs of Bangladesh. *Bangladesh J Sugarcane*, 36, 1-8.
- Jahadakbar, M. R., Ebrahimian, H. R., Malaki, M. R., Torabi, A., & Ranji, Z. O. L. (2005). Effect of water salinity on N&K efficiency in sugar beet cultivation.
- Jahan, M.S. (2018). Nano-fertilizer increased growth, physiology and yield parameters of okra plants. 1st Global Conference on Health, Agriculture and Environmental Sciences. Melbourne, Australia. ISBN: 978-0-6481172-7-8.
- Janmohammadi, M., Amanzadeh, T., Sabaghnia, N., & Dashti, S. (2016). Impact of foliar application of nano micronutrient fertilizers and titanium dioxide nanoparticles on the growth and yield components of barley under supplemental irrigation. *Acta Agriculturae Slovenica*, 107(2), 265-276.
- Johanson, R.T., John, T.A., Geore, E.R., & George, R.H. (1971). Advances in sugar beet production: principles and practices. The Iowa State University Press, Ames, IA.

- Kashem, M. N., Khaliq, Q. A., Karim, A. J. M. S., & Islam, M. R. (2015). Effect of nitrogen and potassium on dry matter production and yield in tropical sugar beet in Bangladesh. *Pakistan Sugar Journal*, 30(2).
- Khan, M.R., & Rizvi, T.F. (2017). Application of nanofertilizer and nanopesticides for improvements in crop production and protection. In: *Nanoscience and plant–soil systems*. Springer International Publishing, New York, pp 405–427.
- Kopczynski, J., Bury, M., & Denkiewicz, J. (1999). Influence of surface application of vermicompost and calcium on the yield and quality of sugar beet roots. *Formerly: Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie*.
- Kumar, R., & Pathak, A.D. (2013). Recent trend of sugar beet in world. In: *Souvenir-IISR-Industry Interface on Research, and Development Initiatives for Sugar beet in India*, 28–29 May, Sugar beet Breeding Outpost of IISR IVRI Campus, Mukteswar-263138, Nainital. Organised by Indian Institute of Sugarcane Research (ICAR) and Association of Sugarcane Technologists of India, pp. 46–47.
- Lin, D., & Xing, B. (2007). Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. *Environmental pollution*, 150(2), 243-250.
- Loomis, R.S., & Conor, D.J. (1992). Nitrogen processes. In: Loomis RS, Conor DJ (eds) *Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 195–223.
- Madani, H., Borji, S., & Sajedi, N. A. (2014). Effects of Zinc and Phosphorus fertilizers on Sugar Beet (*Beta vulgaris* cv. SBSI005 Crouse) yield in Iranian high Zinc alkaline soil condition. *Sci Papers Ser A Agron*, 57, 240-245.
- Malakuoti, M. J. (2000). General diagnosis method and essentiality of optimum fertilizers application. 5th ed. Tarbiat Modaress University Press, PP. 131.
- Malhotra, H., Ana, V., Sharma, S., Pandey, R. (2018). Phosphorus nutrition: Plant growth in response to deficiency and excess. In: *Plant nutrients*

- and abiotic stress tolerance. Springer Nature Singapore Pte Ltd, Singapore, pp 171–190.
- Malnou, C. S., Jaggard, K. W., & Sparkers, D. L. (2008). Nitrogen fertilizer and the efficiency of the sugar beet crop in late summer. *European J. Agron.*, 28(1): 47-56.
- Marinkovic, B., Starev, L., Crnobarac, J., Jacimovic, G., & Rajic, M. (2004). By products of sugar beet quality animal feed . *Glasnik Zastite Bilja*, 27(5): 114–118.
- Masri, M. I., & Hamza, M. (2015). Influence of foliar application with micronutrients on productivity of three sugar beet cultivars under drip irrigation in sandy soils. *World Journal of Agricultural Sciences*, 11(2), 55-61.
- Mastronardi, E., Tsae, P., Zhang, X., Monreal, C., & DeRosa, M.C. (2015). Strategic role of nanotechnology in fertilizers: potential and limitations. In: Rai M, Ribeiro C, Mattoso L, Duran N (eds) *Nanotechnologies in food and agriculture*. Springer International Publishing, Switzerland, pp 25–67.
- Mehrandish, M., Moeini, M. J., & Armin, M. (2012). Sugar beet (*Beta vulgaris* L.) response to potassium application under full and deficit irrigation. *Eur. J. Exp. Biol.*, 2(6), 2113-2119.
- Mekki, B. B. (2014). Root Yield and quality of Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) in response to foliar application with Urea, Zinc and Manganese in newly reclaimed sandy soil. *American-Eurasian J. Agric. and Environ. Sci.*, 14(9): 800-806.
- Mele, A. (2017). Assessing nitrogen use efficiency in sugar beets grown under variable fertilizer and drip irrigation rates. *Managing global resources for a secure future*. 22–25 Oct, 2017. Tampa FL.
- Menisy, M. G. A. (2009). Response of sugar beet to nitrogen fertilization rates and foliar application of zinc and boron under newly reclaimed soils at Fayoum. Ph.D. Fac. Agric. Fayoum, Fayoum University, Egypt.
- Mikkelsen, R. (2018). Nanofertilizer and nanotechnology: a quick look. *Better Crops* 102:3.

- Morteza, E., Moaveni, P., Farahani, H. A., & Kiyani, M. (2013). Study of photosynthetic pigments changes of maize (*Zea mays* L.) under nano TiO₂ spraying at various growth stages. *SpringerPlus*, 2, 1-5.
- Mousavi, S.R., & Rezaei, M. (2011). Nanotechnology in agriculture and food production. *J Appl Environ Biol Sci* 1(10):414–419.
- Mulla, D. J., & Strock, J. S. (2008). Nitrogen transport processes in soil. In: Schepers JS, Raun WR (ed) Nitrogen in agricultural systems, American Society of Agronomy monograph no. 49. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, PP. 361–400.
- Naderi, M. R., & Danesh-Shahraki, A. (2013). Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*, 5(19), 2229-2232.
- Navarro, E., Baun, A., Behra, R., Hartmann, N. B., Filser, J., Miao, A. J., ... & Sigg, L. (2008). Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants, and fungi. *Ecotoxicology*, 17, 372-386.
- Nemeat-Alla, H.E.A., Nemeata Alla, E.A.E., & Mohamed, A.A.E. (2014). Response of sugar beet to micronutrients foliar spray under different nitrogen fertilizer doses. *Egypt J Agron* 36(2): 165–176.
- Noshad, H. (2010). Study and improving nitrogen use efficiency in sugar beet using soil sampling position and soil nitrate and ammonium test. Sugar beet seed institute, agricultural research, education and extension organization.
- Paul, S. K., Paul, U., Sarkar, M. A. R., & Hossain, M. S. (2018a). Yield and quality of tropical sugarbeet as influenced by variety, spacing and fertilizer application. *Sugar Tech*, 20, 175-181.
- Paul, S. K., Paul, S. C., Sarkar, A. R., & Hossain, S. (2018b). Influence of integrated nutrient management on the growth, yield and sugar content of tropical sugarbeet (*Beta Vulgaris* L.). *Pakistan Sugar Journal*, 33(2).
- Piskin, A. (2017). Effect of Zinc applied together with compound fertilizer on yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Plant Nutrition*, 40(18), 2521-2531.
- Predoi, D., Ghita, R.V., Iconaru, S.L., Cimpeanu, C.L., & Raita, S.M. (2020). Application of nanotechnology solutions in plants fertilization. In:

- Solankey SS, Akhtar S, Maldonado AIL, Rodriguez-FuentesH, Contreras JAV, Reyes JMM (eds) Urban horticulture – necessity of the future [Internet]. IntechOpen, London. [cited 2022 Apr 30]. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/71186>. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91240>.
- Rameshaiah, G. N., Pallavi, J., & Shabnam, S. (2015). Nano fertilizers and nano sensors—an attempt for developing smart agriculture. *Int J Eng Res Gen Sci*, 3(1), 314-320.
- Raun, W. R. & Schepers, J. S. (2008). Nitrogen management for improved use efficiency. In: Schepers J. S. and W. R. Raun (ed) Nitrogen in agricultural systems, American Society of Agronomy monograph no. 49. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, PP. 675–695.
- Resurreccion, A. P., Makino, A., Bennett, J., & Mae, T. (2001). Effects of sulfur nutrition on the growth and photosynthesis of rice. *Soil Science and Plant Nutrition*, 47(3), 611-620.
- Salama, M. A., Al-Azab, K. F., & Hashim, M. E. (2019). Response of sugar beet yield and production to different rates from chemical fertilizers and soil salinity. *Sylwan*, 163(5), 36-58.
- Sarkar, D., Mandal, B., & Kundu, M. C. (2007). Increasing use efficiency of boron fertilisers by rescheduling the time and methods of application for crops in India. *Plant and soil*, 301, 77-85.
- Schmidt, S. B., & Husted, S. (2019). The biochemical properties of manganese in plants. *Plants*, 8(10), 381.
- Seadh, S. E., Attia, A. N., Said, E. M., El-Maghraby, S. S., & Ibrahim, M. E. (2013). Productivity and quality of sugar beet as affecting by sowing methods, weed control treatments and nitrogen fertilizer levels. *Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS*, 16(15), 711-719.
- Shahabi, A.A. (2010). Study on the effect of different sources and rates of nitrogen on yield and quality of sugar beet in saline conditions. Isfahan Agriculture and Natural Resources, Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Esfahan, Iran.

- Shahabi Far, J. (2009). Study on effects of nitrogen sources and levels on yield and quality of sugar beet in Qazvin province under salinity situations. Qazvin Agriculture and Natural Resources, Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qazvin, Iran.
- Snyder, C. (2017). Nitrogen management in sugar beets important.
- Sohel, M.A.T. (2016). Yield of tropical sugarbeet as influenced by variety, spacing, fertilization, date of sowing and intercropping with sugarcane. PhD Thesis, Department of Agronomy, Bangladesh Agril Uni, Mymensingh, Bangladesh.
- Soliman, M. E., Hammada, M., El-Nabi, A., & Asha, E. (2014). Response of sugar beet plants to different compost types and boron spraying and their effect on growth characters and quality under ras sudr gonditions. *Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering*, 5(10), 1363-1375.
- Srilatha, B. (2011). Nanotechnology in agriculture. J Nanomed Nanotechnol 2:5–7 Srivastava PC, Gupta UC (1996) Trace elements in crop nutrition. Science Publishers, Lebanon, NH, p 356.
- Subramanian, K. S., Manikandan, A., Thirunavukkarasu, M., & Rahale, C. S. (2015). Nano-fertilizers for balanced crop nutrition. *Nanotechnologies in food and agriculture*, 69-80.
- Syers, J.K., Curtin, D., & Skinner, R.J. (1987). Soil and fertilizer sulphur in UK agriculture. In: A proceeding of the international fertilizer society, No. 264. London.
- Terry, N. (1976). Effects of sulfur on the photosynthesis of intact leaves and isolated chloroplasts of sugar beets. *Plant Physiol.*, 57:477– 479.
- Thomas, S. G., Hocking, T. J., & Bilsborrow, P. E. (2003). Effect of sulphur fertilisation on the growth and metabolism of sugar beet grown on soils of differing sulphur status. *Field Crops Research*, 83(3), 223-235.
- Tlili, A., Dridi, I., Fatnassi, S., Hamrouni, H., & Gueddari, M. (2018). Effects of boron distribution on sugar beet crop yield in two soils of Dour Ismail irrigated perimeter (Beja-Goubellat-North ' Tunisia). In: Kallel A (ed) Recent Advances in Environmental Science from the Euro-

- Mediterranean, and Surrounding Regions. *Advances in Science, Technology & Innovation*, Tunis, Tunisia, pp 417–420.
- Topcuoğlu, B., & Önal, M. K. (2005). The effects of organic waste application on sugar beet: Part I- The effect of poultry manure on sugar beet. Akdeniz University Vocational High School of Technical Sciences. Environmental Pollution and Control Department, Antalya Turkey.
- Uchida, R. (2000). Essential Nutrients for Plant Growth: Nutrient Functions and Deficiency Symptoms In Book: *Plant Nutrient Management in Hawaii's Soils, Approaches for Tropical and Subtropical Agriculture* J. A. Silva and R. Uchida, eds. College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii at Manoa, pp. 31-32.
- Ulrich, A., & Hills, F. J. (1969). *Sugarbeet nutrient deficiency symptoms a color atlas and chemical guide*. Berkeley: University of California, Division of Agricultural Sciences.
- Watson, L., & Dallwitz, M. (1992). *The families of flowering plants: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval*. Version [Http://biodiversityunoedu/delta/](http://biodiversityunoedu/delta/).
- Wendenburg, G., & Koch, H. J. (1996). Influence of variety characteristics on nitrogen uptake of sugar beet. *Zuckerindustrie*, 121(8): 623-630.
- Yaseen, R., IS Ahmed, A., M Omer, A., KM Agha, M., & M Emam, T. (2020). Nano-fertilizers: Bio-fabrication, application and biosafety. *Novel Research in Microbiology Journal*, 4(4), 884-900.
- Zalat, S. S., & Youssif, N. O. A. (2001). Effect of application time of potassium fertilizer and its ratio with nitrogen on the yield and quality of sugar beet crop (*Beta vulgaris* L.) *Minufia J. Agric. Res*, 26(2), 401-408.
- Zengin, M., Gökmen, F., Yazici, M. A., & Gezgin, S. (2009). Effects of potassium, magnesium, and sulphur containing fertilizers on yield and quality of sugar beets (*Beta vulgaris* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 33(5), 495-502.
- Zia, M. S., Baig, M. B., & Tahir, M. B. (1998). Soil environmental issues and their impact on agricultural productivity of high potential areas of Pakistan. *Science Vision*, 4(2), 56-61.

Zulfiqar, F., Navarro, M., Ashraf, M., Akram, N. A., & Munné-Bosch, S. (2019). Nanofertilizer use for sustainable agriculture: Advantages and limitations. *Plant Science*, 289, 110270.

BÖLÜM 5

ŞEKER PANCARINDA SULAMA

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA¹

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206121>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: fsarikaya@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7277-1128

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: kkokten@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-5403-5629

1. Giriş

Dünyada nüfusunun artması ve buna bağlı olarak gıda talebinde meydana gelen artış, tarımda üretim yapılan alanlardan yüksek verim ve kalitenin alınması durumunu beraberinde getirmiştir (Godfray ve ark., 2010; Licker ve ark., 2010). Küresel iklim değişikliği kapsamında yükselen sıcaklık ile buharlaşmanın artması, yeryüzünde elverişli suyun azalmasına neden olmaktadır. Sulama ise bitkisel üretimi etkileyen en önemli agronomik uygulamalardan bir tanesidir. Bu sebeple tarımsal üretimde yetiştirilen ürün ve amacına göre kullanılan suyun doğru yöntem, miktar ve zamanda uygulanması oldukça önemli bir konudur. Atmosfer-toprak-bitki örtüsü arasındaki dinamik ilişkinin doğru planlanması ve yönetilmesi ile mevcut çevre koşullarında hedeflenen üretim gerçekleştirilmektedir (García-León ve ark., 2020).

Dünyada şeker pancarı üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden birinin su stresi olduğu bilinmektedir (Ghaffari ve ark., 2021). Şeker pancarı, büyüme mevsiminin uzun olması ve yüksek verim potansiyelinden dolayı su ihtiyacı yüksek olan bir bitkidir (Żarski ve ark., 2020). Büyüme mevsimi boyunca yağışın yetersiz olduğu durumlarda sulama yapılması önemli bir konudur. Sulamanın yetersiz olması şeker pancarında kök ve şeker verimini olumsuz etkilemektedir (Kiziloglu ve ark., 2006).

Orta düzey ve altındaki su eksikliği bir süre sonra bitkinin strese girmesine sebep olmaktadır. Bu durumda bitkide ilk etkilenen fizyolojik olay hücre büyümesidir. Çünkü hücre büyümesinin gerçekleşebilmesi için hücrenin belirli bir turgora sahip olması gerekmektedir. Ardından hücre çeperi sentezi etkilenmektedir. Sonrasında ise protein sentezi, ABA birikimi, stoma kapanması, karbondioksit asimilasyonu, kavitasyon oluşumu ve şeker birikimi gibi olaylar sırasıyla meydana gelmektedir (Kadioğlu, 2016). Bitkilerde stresten en fazla etkilenen olaylardan biri fotosentezdir. Su eksikliği durumunda stomaların kapanması ile CO₂ girişi dolayısıyla fotosentetik aktivite azalmaktadır. Bitkilerin kuru ağırlığının %95'i fotosentezden sağlandığı için fotosentez oranındaki azalma ile verim kayıpları meydana gelmektedir. Özellikle şeker pancarında amino azot, potasyum ve sodyum gibi maddelerin artmasıyla şeker pancarının sukroz içeriğinde azalma meydana gelmektedir (Hoffmann, 2010). Bununla birlikte şeker pancarı, büyümenin her aşamasında aşırı sulamaya karşı çok hassastır. Aşırı toprak nemi yumru büyümesini ve şeker sentezini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca hastalıkların artışı, topraktan

besin kaybı dolayısıyla verimin azalması ve kök bölgesinde oksijenin azalması gibi sorunlara sebep olmaktadır.

2. Şeker Üretimi Amaçlı Yetiştiricilikte Sulama

Su, bitkisel üretimde büyüme ve gelişmeyi etkileyen önemli bir faktördür. Sulama programı, toprak tipine, topraktaki su mevcudiyetine, yağışın miktar ve dağılımına bağlıdır. Ekolojilere göre değişmekle birlikte şeker pancarı vejetasyon süresi boyunca 8-12 defa sulanmaktadır. Tüm yetiştirme dönemi için toplam su tüketimi 900 ile 1200 mm arasında değişmektedir (Toprak ve ark., 2011). Sulamanın şeker pancarının ihtiyaç duyduğu önemli gelişme dönemlerinde yapılması gerekmektedir.

Şeker pancarı, ekimden 25-35 gün içerisinde çimlenerek 4 yapraklı hale gelmektedir. Bu dönem çimlenme-çıkış dönemi olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemden sonra pancar hızlı bir vejetatif gelişme göstermektedir. Yaprakları büyük oranda şeker içermektedir ve vejetatif dönem boyunca bitki gelişimi için kullanılmaktadır. Bu dönem şeker pancarı ortalama 32 yapraklı olduğu döneme kadar devam etmektedir. Kök gelişimi ise şeker pancarı 16 yapraklı olduğu dönemde başlamakta ve hasada kadar devam etmektedir. Ortalama olarak Ağustosun sonlarına kadar yaprak alan indeksi (LAI) artış göstermekte, ardından yaşlı yapraklar kurumakta ve toprak üstü aksamın gelişme hızı azalmaktadır. Sulamanın yeterli olarak yapıldığı alanlarda kök büyümesi Haziran-Eylül ayları arasında hızlı bir gelişim göstermektedir (Ünlükara, 2012). Bitkinin köklerinin hızlı bir şekilde büyümesi ile birlikte köklerdeki şeker konsantrasyonu artmaktadır. Bitkinin bahsedilen gelişme dönemlerine bağlı olarak su tüketim miktarları değişim göstermektedir. Pancarın günlük su tüketimi yaprak oluşumu döneminde 1.1-1.5 m³, kök oluşumu döneminde 5.6-8.2 m³ ve şeker biriktirme döneminde 6.1-6.8 m³tür (Tuğrul, 2022).

Sulama programlarının oluşturulmasında bitkinin bulunduğu gelişme dönemi belirleyici bir faktör olmaktadır. Şeker pancarında hedeflenen verimin elde edilebilmesi için fide gelişiminin iyi olması gerekmektedir. Bitkinin sulama için en hassas olduğu dönem ekimden sonraki bir ayı kapsayan çimlenme-çıkış ve fide büyümesi dönemidir (Hassanlı ve ark., 2010). Bu dönemlerde mevcut ekolojide yağış yetersiz ise mutlaka sulama yapılması gerekmektedir. Çimlenme-çıkış döneminde toprağın ilk 10-15 cm'sinin, fide gelişme döneminde ise toprağın ilk 25 cm'sinin tarla kapasitesine getirilmesi

uygun olmaktadır. Su tutma kapasitesi yüksek olan topraklarda (killi topraklar) haftada bir, su tutma kapasitesi düşük (kumlu topraklar) topraklarda ise 2-3 günde bir sulama yapılması gerekmektedir. Hasada kadar olan dönemde ise bitkinin fotosentetik kapasitesini optimumunda tutmak ve turgorunu korumak için topraktaki elverişli suyu %60'ın altında olduğu durumlarda sulama yapılmalıdır. Şeker pancarında etkili kök derinliği 60 cm olarak alınmaktadır. Bu sebeple sulama suyu 40 cm'ye ulaştığında durdurulmalıdır. Su kesildiğinde toprak doyum noktasında olmakta ve 1-2 gün içerisinde yer çekiminin etkisi ile 60 cm derinliğe ulaşmaktadır (Tuğrul, 2022). Şeker pancarında su tüketimi en yüksek Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında gerçekleşmektedir. Bu aylarda bitkinin evapotranspirasyon ile kaybettiği suyun bitkiye sulama suyu ile verilmesi gerekmektedir. Hasattan yaklaşık 2 hafta öncesinde sulama kesilebilmektedir. Ancak daha erken dönemlerde (3-4 hafta önce) yapılan kesintilerde toprak neminin yetersiz olması sebebi ile sökülme esnasında kök-gövde kırılabilir. Meydana gelen kırılmalar şeker oranını azaltarak işletmelerde ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Ünlükara, 2012).

Pratik yöntemde yapraklar koyu yeşil olduğunda veya öğlen saatlerinde yapraklar canlılığını kaybedip akşam eski haline dönmediğinde şekerpancari sulama zamanının geldiği kabul edilmektedir. Ayrıca yapraklar enine katlandığında yapraklar kırılmaz veya çatlama yapmazsa sulama geç yapılmış demektir. Yapraklara göre sulama zamanı bilindikten sonra kesin karar için toprağın nem varlığına bakılmalıdır. İlk 60 cm veya 0-90 cm derinlikten alınan topraklar top şekli almıyor ve hafifçe sıkıştırdıktan sonra dağılıyorsa sulama zamanı gelmiş demektir (Tuğrul, 2022).

Bitki için suyun miktarı kadar uygulama zamanı da önemlidir. Sabah saatlerinde yapılan uygulamalar, sıcaklığın ve güneşten gelen ışınların uygun olması itibari ile bitkilerin fotosentez etkinliğini artırmaktadır. Öğlen saatlerinde ise sıcaklığın optimumun üzerinde olması, güneşten gelen ışınların yeşil ve sarı yoğunlukta olması kaynaklı bitkilerin fotosentez etkinliği düşük olmaktadır. Ayrıca bu saatlerde sıcaklığın daha yüksek olması evapotranspirasyonu artırmaktadır. Dolayısı ile sulamadan istenilen verim alınamamaktadır. Akşam saatleri ise sıcaklık bakımından sulama için uygundur.

2.1. Sulama yöntemleri

Sulama yöntemi, su kaynağından araziye getirilen sulama suyunun bitki kök bölgesine verilmiş biçimini tanımlamaktadır. Sulama yönteminin seçilmesinde su kaynağı ve sulama suyunun özellikleri, toprak özellikleri, topografya, iklim ve bitki özellikleri gibi faktörler etkili olmaktadır.

2.1.1. Salma sulama yöntemi

Salma sulama yönteminde, tarla parselinde oluşturulan bir kanal ile eğime dik bir şekilde sulama yapılmaktadır. Su toprak yüzeyinde ilerlerken infiltrasyon ile toprak içerisine sızar ve istenilen miktarda su bitkinin kök bölgesinde depolanmaya çalışılır. Bu yöntemde su, toprak yüzeyinde ilerlerken homojen olmayan bir su dağılım meydana gelmektedir (Güngör ve ark., 2012).

Ekonomik değeri yüksek olmayan ve aşırı su kullanımının söz konusu olduğu bir yöntemdir. Genellikle derine sızan su miktarı fazla olmakta ve bunun sonucunda taban suyunun yükselmesi, drenaj probleminin ortaya çıkması ve tarım alanının tuzlulaşması gibi sorunlar meydana gelmektedir. Ayrıca bu teknik erozyona sebep olup bitki besin elementlerinin topraktan uzaklaşmasına sebep olabilmektedir.

Şeker pancarının toprak kaynaklı patojenleri, sıcak ve nemli toprak koşulları altında gelişim göstermektedir. Bu yöntemde topraktaki nemin fazla olması sebebi ile şeker pancarında önemli ekonomik kayıplara sebep olan *Rhizoctonia solani* (Kök çürüklüğü), *Rhizomania*, *Beet necrotic yellow vein virüs* (Pancar nekrotik sarı damar virüsü) bitki hastalıkları görülebilmektedir (Harveson ve Rush, 2002).

2.1.2. Yağmurlama sulama

Bu yöntemde, sulama suyu yağmurlama başlıklarından belirli bir basınç altında (ortalama 2.5 bar) püskürtülerek yağışa benzer şekilde atmosfere verilmektedir. Sistemde borular ve arazi üzerine belirli aralıklarla yağmurlama başlıkları kullanılmaktadır (Şekil 1). Suyun araziye eşit dağılması için rüzgârın yoğun olduğu alanlarda yağmurlama başlıkları normale göre daha yakın yerleştirilmelidir.



Şekil 1. Yağmurlama sulama sistemi

Yöntem, salma sulama yöntemlerinin uygulanamadığı hafif bünyeli topraklarda ve eğimi yüksek alanlarda kullanılabilir. Yağmurlama sulama yönteminin salma sulama yöntemine göre bazı avantajları aşağıda sıralanmaktadır;

- Taban suyunu yükseltmeden kontrollü bir sulama yapılabilir.
- Su iletim ve su uygulama randımanı daha yüksektir. Yani birim alanda ihtiyaç duyulan sulama suyu miktarı daha azdır.
- Uygun bir sulama projesi ile erozyon tehlikesi ortadan kalkmaktadır.
- Bitki besin elementleri ve tarım ilaçları sulama suyu ile birlikte verilebilir.

Şeker pancarında yağmurlama sulama yönteminin dikkatli bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Yöntemde, yaprakların ıslanması sebebi ile şeker pancarında yaygın olarak görülen *Cercospora* yaprak lekesi ve külleme hastalıkları meydana gelebilmektedir.

2.1.3. Damla sulama yöntemi

Sulama suyunun düşük basınç altında gübreli veya gübresiz damlalar halinde bitkinin kök bölgesine verildiği bir yöntemdir (Stevanato ve ark., 2019).

Yöntemin temel prensibi, bitkide nem eksikliğinden kaynaklı bir gerilim oluşturmadan, az miktarda sulama suyunu sık aralıklarla bitkiye vermektir.

Damla sulama sisteminde damlatıcılar, plastikten yapılmış ve 12-32 cm çapındaki borulardan oluşmaktadır (Şekil 2). Damlatıcılar suyu saatte birkaç litre debi ile toprağa damlatmaktadır. Damlatıcılar dışında kontrol ünitesi, ana boru hattı, yan ana boru hattı ve lateraller olmak üzere dört kısım mevcuttur.



Şekil 2. Damla sulama sistemi

Damla sulama yönteminin diğer yöntemlere göre avantajları;

- Toprağın ıslatılan yüzeyi bitki tarafından gölgelendiğinden dolayı buharlaşma daha az, su kullanım verimi ise daha yüksek olmaktadır.
- Bitkinin toprak üstü organları daha az ıslandığı için hastalık ve zararlı gelişimi daha azdır.
- Yabancı ot gelişimi daha düşüktür.
- Bitki besin elementleri, bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda sulama suyu ile birlikte sadece bitki köklerinin bulunduğu kısma verilerek gübreden en üst düzeyde yararlanılmaktadır.
- Bitkinin sadece kök bölgesi ıslatıldığı için sulama sırasında, toprak işleme, ilaçlama, hasat ve nakliye aynı anda yapılabilmektedir.
- Eğimli arazilerde başarı ile kullanılabilir.

- İşletme basıncı yağmurlama sulamaya göre daha düşük olduğundan enerji masrafları daha azdır.
- İşçilik masrafları düşüktür.

Damlama sulama yönteminin diğer yöntemlere göre dezavantajları;

- Bu yöntemde en önemli sorunlardan biri damlatıcıların tıkanmasıdır. Bu yüzden sulama suyunun mutlaka bir filtreden geçmesi gerekmektedir.
- İlk tesis masrafları yüksektir. Ancak sulama suyunun kısıtlı olduğu ve ekonomik değeri yüksek olan bitkilerin yetiştirildiği durumlarda daha fazla alanın sulanması sebebi ile ekonomik hale gelmektedir.
- Tuzluluğa sebep olabilmektedir.

2.1.4.Dairesel ve doğrusal hareketli sulama sistemleri

İklim değişikliğine bağlı kuraklık ve yağışta meydana gelen düzensizlik tarımsal sulamada sürdürülebilir tekniklerin kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Su kaynaklarının daha etkin kullanılarak hedeflenen üretimin gerçekleştirilebilmesi için günümüz koşullarında dairesel ve doğrusal hareketli sulama sistemlerinin kullanımı artmaktadır (Tuğrul, 2022).

Dairesel hareketli sulama, daire çapı 1000 m'ye kadar ulaşabilen bir merkez etrafında hareket eden bir sistemdir. Elektrikli motor, hareket kazandırılan galvaniz kaplamalı boru ve çelik konstrüksiyondan meydana gelmektedir (Şekil 3). Sistemin çalıştırılmasında iş gücüne daha az ihtiyaç duyulması ve eğimi %12'ye kadar çıkan alanlarda dahi kullanılabilmesi avantajlı yönleri arasında yer almaktadır.



Şekil 3. Dairesel hareketli sulama sistemleri

Doğrusal hareketli sulama sistemleri ise genellikle dikdörtgen veya kare şekilli alanların sulanmasında kullanılmaktadır. Bu sistem, bir hat boyunca hareket etmekte ve hat üzerindeki kanaldan suyu alan sistem, hattın her iki tarafını da sulayabilmektedir. Doğrusal hareketli sulama sistemi, eğimi %4-5'in altında olan alanlarda rahatlıkla çalışabilmektedir (Tuğrul, 2022). Her iki sistemin de hareketli olması dolayısıyla farklı arazilerde kullanılabilmesi, işgücü ihtiyacının az olması ve tarımsal sulamada randımanın artması sistemlerin avantajlı yönlerini oluşturmaktadır. Birçok tarımsal ürüne uygun olmasına rağmen sistemin sınırlayıcı tarafı ise, sulama kaynağının, arazinin büyüklüğü ve şeklinin bazı durumlarda uygun olmamasıdır (Bayramoğlu ve Ağızan, 2018).

Doğrusal hareketli ve dairesel hareketli sulama sistemlerinde akıllı tarım uygulamaları kullanılabilir. Kablolü ve kablosuz sensörler uzaktan algılama ve iklim verilerini kullanarak sulama sıklığının belirlenmesinde kullanılabilir. Ayrıca hareketli sulama sistemleri üzerine yerleştirilen kızılötesi termometreler ile bitkinin kanopi sıcaklığı belirlenebilmekte ve sulama zamanı ve miktarı optimize edilebilmektedir. Böylece sulama miktarının daha etkin ve düzenli olarak kullanılması sağlanmaktadır.

3. Tohumluk Üretiminde Sulama

Sulama işlemi, şeker pancarı tohumluk üretiminde verim ve kaliteyi etkileyen önemli bir agronomik uygulamadır. Şeker pancarı fide dikiminden hemen sonra sulanmaktadır. Bitkilerin generatif döneme geçişine kadar süreçte genellikle yağmurlama sulama, sonrasında ise damla sulama sistemi kullanılmaktadır (Ekinci ve ark., 2022) (Şekil 4). Bunun en önemli sebebi tozlanma ve döllenenin dolayısıyla tohum veriminin olumsuz etkilenmesidir. Şeker pancarı tohumluk üretiminde verim ve kalite büyük oranda çiçeklenmenin sonunda yapılan sulamaya bağlıdır (Noli ve ark., 2007). Hava sıcaklığının yüksek, nispi nemin düşük olduğu zamanlarda sulama yapılmamalıdır.



Şekil 4. Şeker pancarı tohumluk üretiminde damla sulama yöntemi

Kaynaklar

- Bayramoğlu, Z., Ağızan, S. (2018). Farklı sulama sistemlerinin üretim maliyetleri üzerindeki etkileri. *Uluslararası Su ve Çevre Kongresi (SUÇEV)*. P. 897-903. 22-24 Mart, Bursa, Türkiye.
- Ekinci, Y.E., Kulan, E.G., Kaya, M.D. (2022). Sugar beet seed production in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(3): 489-495.
- García-León, D., López-Lozano, R., Toreti, A., Zampieri, M. (2020). Local-scale cereal yield forecasting in Italy: Lessons from different statistical models and spatial aggregations. *Agronomy Journal*, 10(6): 806.
- Ghaffari, H., Tadayon, M.R., Bahador, M., Razmjoo, J. (2021). Investigation of the proline role in controlling traits related to sugar and root yield of sugar beet under water deficit conditions. *Agricultural Water Management*, 243: 106448.
- Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Toulmin, C. (2010). Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967): 812-818.
- Güngör, Y., Erözel, A.Z., Yıldırım, O. (2012). Sulama. Ankara Üniversitesi Basımevi, P.182-245. Ankara, Türkiye.
- Harveson, R.M., Rush, C.M. (2002). The influence of irrigation frequency and cultivar blends on the severity of multiple root diseases in sugar beets. *Plant Disease*, 86(8): 901-908.
- Hassanlı, A.M., Ahmadi, S., Beecham, S. (2010). Evaluation of the influence of irrigation methods and water quality on sugar beet yield and water use efficiency. *Agricultural Water Management*, 97(2): 357-362.
- Hoffmann, C.M. (2010). Sucrose accumulation in sugar beet under drought stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 196(4): 243-252.
- Kadioğlu, A. (2016). Bitki Fizyolojisi (6. Baskı), Gündüz Ofset Matbaacılık ve Yayıncılık, P.7-13. Trabzon, Türkiye.
- Kızıloglu, F.M., Sahin, U., Angin, I., Anapali, O. (2006). The effect of deficit irrigation on water-yield relationship of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under cool season and semi-arid climatic conditions. *International Sugar Journal*, 108, 90-94.

- Licker, R., Johnston, M., Foley, J.A., Barford, C., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Ramankutty, N. (2010). Mind the gap: how do climate and agricultural management explain the 'yield gap' of croplands around the world?. *Glob Ecol Biogeogr*, 19(6): 769-782.
- Noli, E., Montanari, M., Rossi Pisa, P. (2007). Sugarbeet seed's yield and quality as affected by irrigation. *Italian Journal of Agronomy*, 2(s2): 207-216.
- Stevanato, P., Chiodi, C., Broccanello, C., Concheri, G., Biancardi, E., Pavli, O., Skaracis, G. (2019). Sustainability of the sugar beet crop. *Sugar Tech*, 21: 703-716.
- Topak, R., Süheri, S., Acar, B. (2011). Effect of different drip irrigation regimes on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) yield, quality and water use efficiency in Middle Anatolian, Turkey. *Irrigation Science*, 29: 79-89.
- Tuğrul, K.M. (2022). Sugar Beet Crop Production and Management. In Sugar Beet Cultivation, Management and Processing (pp. 195-218). Springer Nature, Singapore.
- Ünlükara, A., (2012). Şeker Pancarı Su İlişkileri. *I. Uluslararası Anadolu Şeker Pancarı Sempozyumu*. P. 188-196. 20-22 Eylül, Kayseri, Türkiye.
- Żarski, J., Kuśmierk-Tomaszewska, R., Dudek, S. (2020). Impact of irrigation and fertigation on the yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in a moderate climate. *Agronomy*, 10(2): 166.

BÖLÜM 6

ŞEKER PANCARINDA BAKIM VE HASAT

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA¹

Doç. Dr. Rahim ADA²

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206144>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: fsarikaya@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7277-1128

² Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye E-mail: rahimada@selcuk.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7705-3675

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: tkarakoy@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5428-1907

1. Şeker Pancarı Bakım İşleri

Bakım işleri, bitkinin ekiminden hasadına kadar olan büyüme, gelişme ve olgunlaşma dönemlerindeki tüm işleri kapsamaktadır. Bu bölümde şeker pancarı bakım işleri için seyreltme ve tekleme, yabancı ot kontrolü, uç alma, kış için agril örtü kullanımı konuları ele alınacaktır.

1.1. Seyreltme ve tekleme

Geleneksel şeker pancarı yetiştiriciliğinde, ekim esnasında optimum tohum miktarının üzerinde tohum kullanılmakta sonrasında ise metrekarede 8-11 bitki (Ecclestone, 2011) olacak şekilde seyreltme ve tekleme işlemi yapılmaktadır. Seyreltme ve tekleme işlemi geç yapıldığında bitkiler arasında olumsuz bir rekabet oluşmakta, gelişme sekteye uğrayarak kök-gövde ve şeker verimi azalmaktadır. Ayrıca geç dönemde yapılan tekleme işleminde aynı sıra üzerinde bulunan fidelerin kökleri ve yaprak sapları birbirine sarıldığından bitkiler zarar görmektedir. Ancak bu bakım işlemi bitkisel üretimde tohum ve işçilik girdilerini artırmakta ve işlemin doğru uygulanamamasına bağlı olarak verimde azalmalara neden olmaktadır. 1960'lı yıllarda monogerm tohumların kullanılmaya başlanması ile (Ghaly ve Ibrahim, 2022) seyreltmesiz şeker pancarı tarımı gündeme gelmiştir (Çakmakçı ve Oral, 1998). Agronomik uygulamaların doğru yapılması ve genetik monogerm tohumların kullanılması ile günümüzde seyreltme ve tekleme işlemi uygulanmadan şeker pancarı tarımı yapılabilmektedir.

1.2. Yabancı ot kontrolü

Şekerler, besin zincirinin temel ve ekonomik bir enerji kaynağıdır. Şeker pancarı dünyadaki şeker üretiminde en önemli endüstri bitkilerinden biridir. Şeker pancarı yetiştirilen alanlarda yabancı ot olarak yaklaşık 60 bitki türü tespit edilmiştir. Tespit edilen türlerin yaklaşık %70'i geniş yapraklı, %30'u ise dar yapraklı türlerden meydana gelmektedir. Yabancı otlar ışık, bitki besin elementleri ve su yönünden şeker pancarı ile rekabete girerek verimi düşürmektedir. Ekimden sonraki 4 hafta (bitkinin iki yapraklı olduğu dönem) veya 8 hafta içinde yabancı ot kontrolünün yapılmamasından dolayı bitkiler arasında olumsuz bir rekabet meydana gelmekte ve bu durum şeker pancarında %26 ila 100 oranında verim kayıplarına sebep olabilmektedir (Ghaly ve

Ibrahim, 2022). Metrekarede bulunan 1 adet yabancı ot şeker pancarının kök verimini %11 oranında azaltabilmektedir.

Yabancı ot kontrolünde herbisit kullanımı şeker pancarı veriminde %50' ye varan azalmalara sebep olabilmektedir. Özellikle son yıllarda insan ve hayvan sağlığı, çevreyi koruma açısından herbisit kullanımının azaltılması önemli bir konu haline gelmiştir. Yabancı otların kontrolünde herbisitlerin kullanımına alternatif olan diğer bir mücadele yöntemi mekanik mücadeledir. Mekanik makinelerin kullanılarak bitki kanopisinin uygun hale getirilmesi, ışık kullanım etkinliğini artırarak mahsül verimini olumlu etkilemektedir (Jaggard ve ark. 2009). Şeker pancarında yabancı ot temizliği üç ayrı döneme ayrılmıştır (Dawson, 1965);

- Ekimden seyreltme işlemine kadar olan döneme kadar yapılan yabancı ot temizliği: bu dönemde bitkiler herbisitlere karşı yeterince toleranslı değildir ve genellikle el ile yabancı ot kontrolünü gerektirmektedir.
- Seyreltmeden traktörün bitkilere zarar vermeden sıra arasına girebildiği döneme kadar yapılan yabancı ot temizliği: bu dönemde bitkiler mekanik ve kimyasal mücadeleye daha toleranslıdır.
- Bulunan ekolojiye göre değişen ihtiyaç dahilinde hasada kadar yapılan yabancı ot temizliği: bu dönemde şeker pancarı yabancı otlara ulaşan ışığı sınırlayacak kadar büyümüştür.

Çok yıllık olan *Cirsium arvense* (köygöçerten), *Convolvulus arvensis* (tarla sarmaşığı), *Sonchus arvensis* (eşek marulu) ve *Elytrigia repens* (ayrık otu) gibi yabancı ot türleri şeker pancarı yetiştirilen alanlarda önemli verim kayıplarına sebep olmaktadır. Ayrıca yabancı otlar hastalık ve zararlıların yayılmasında etkin bir rol oynamaktadır. Pek çok yabancı ot türü Pancar Batı Sarılığı Virüs Hastalığına (BWYV) konukçuluk etmektedir. Benzer şekilde, *Salsola kali* (adi soda otu) ve *Atriplex* spp. (tuzcul çalı), cüce ağustosböcekleri (Cicadellidae familyasının üyesi) ile taşınan Tepe Kıvrıcıklığı (Curly Top) Virüs hastalığına konukçuluk yapmaktadır. Şekerpancarının kök ur ve kist nematodları ise şeker pancarı üretimi yapılan alanlarda görülen *Sinapis arvensis* (hardal), *Alopecurus pratensis* L. (tilki kuyruğu), *Portulaca oleracea* (semizotu), *Rumex* (labada) gibi yabancı otlar üzerinde kışlamaktadır (Johnson ve ark., 1971).

Yabancı ot kontrolü, mekanize edilmiş bir hasadın yapılmasına izin vermekte ve kendinden sonra gelen mahsulleri etkileyebilecek yabancı ot tohumlarının gelişmesini önlemektedir.

-El ile yabancı ot kontrolü

El ile çekme, ekonomik götürüsü yüksek olan zaman zaman üreticilerin tercih ettiği bir yöntemdir. Yabancı ot kontrolünde etkili bir yöntem olmasına rağmen, kullanılan insan enerjisinin yüksek olması ve işgücü masraflarının fazla olması, yöntemin kullanılabilirliğini azaltmaktadır.

Monogerm tohumların kullanılmasıyla birlikte seyreltme işlemi yapılmamış ve el ile çapalama yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Uzun veya kısa saplı gibi farklı tipte çapalar ile yabancı otların temizliği yapılabilmektedir. Yöntemin en önemli dezavantajı işçilik maliyetlerinin ekonomik olmamasıdır.

-Mekanik yabancı ot kontrolü

Şeker pancarı üretiminde, büyük alanlarda yetiştiriciliğin yapılması ve buna bağlı olarak işçilik maliyetlerinin artması, mekanizasyon ihtiyacını artırmaktadır. Gelişmiş üretim teknikleri sayesinde verimli ve kaliteli üretim için makineleşme önemli bir gereksinim haline gelmiştir.

Sıra arası yabancı ot temizliği, şeker pancarına zarar vermeden sıra arasında bulunan yabancı otların gömülmesi, kesilmesi ve köklerinden sökülmesi suretiyle yapılmaktadır. Bu teknik daha çok herbisit kullanmayan üreticiler tarafından tercih edilmektedir. Yöntemin en önemli dezavantajı, makine-bitki teması nedeniyle bitki yapraklarının zarar görmesi ve ilerleyen büyüme ve gelişme dönemlerinde verim potansiyelinin azalmasıdır. Bu sebeple bitkinin henüz sıra arasını kapatmadığı erken dönemde tekniğin kullanılması uygun olmaktadır (Cloutier ve ark., 2007). Toprak frezesi, rotovator gibi tarım makineleri şeker pancarında sıra aralarının temizlenmesinde kullanılmaktadır (Şekil 1). Şeker pancarı yabancı ot temizliğinde mekanik mücadelenin yanında kültürel, kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemleri de kullanılmaktadır. Bu başlıklar için bölüm 11'e bakınız.



Şekil 1. Şeker pancarında kùltivatör ile sıra arası yabancı ot temizliği

1.3. Uç alma

Uç alma işleminin amacı apikal dormansinin kırılarak yaprak koltuklarından çıkan dal sayısını dolayısıyla çiçek oluşumunu artırarak yüksek tohum verimi elde etmektir (Ekinci ve ark., 2022). Nisan ayından itibaren fidenin büyüme noktasından çıkan ana tohum dalı belirli bir yüksekliğe ulaştığında uç kısmından 8-10 cm lik kısmının uzaklaştırılması ile yapılır. Ayrıca uç alma işlemi hibrit tohum üretiminde ana ve baba bitkinin aynı dönemde çiçeklenmeye başlaması için kullanılmaktadır.

1.4. Kış şartları için agril örtü kullanımı

Şeker pancarı tohum üretiminde uygulanan bir bakım işlemidir. Şeker pancarı fidelerinin vernalize olup tohum bağlayabilmesi için kış şartlarını zarar görmeden geçirmeleri gerekmektedir. İklimle ilgili olarak Kasım-Aralık aylarında bitkilerin üzeri agril ismi verilen özel bir materyal ile örtülmektedir (Şekil 2). Örtünün rüzgardan açılmaması için 1'er metre alıklarla üzerine ağırlık konularak, şeker pancarı fidelerinin kışı zarar görmeden geçirmesi sağlanmaktadır (Ekinci ve ark., 2022). Agril örtü, güneş ışığını ve havayı geçiren, ısıyı ve nemi tutma özelliğine sahip bir materyaldir.



Şekil 2. Şeker pancarı fidelerinin agril materyal ile örtülmesi

2. Şeker Pancarı Hasat İşlemleri

Şeker pancarı iki yıllık bir endüstri bitkisi olmasına rağmen, şeker üretimi amaçlı yıllık olarak yetiştirilen bir bitkidir. Bitkinin hasat edilen kısmı kök-gövdesidir. İlk yıl yapraklarda fotosentez ile üretilen şeker, gelişmenin erken evrelerinde kökte sukroz olarak depolanmaktadır. Şeker pancarı kök-gövde şeker içeriği, ekoloji, mevsim, bitki biyolojisi, agronomik uygulamalar, hasat zamanı ve hasat sonrası uygulamalar gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Alami ve ark., 2021). Bitkinin vejetasyon süresinin uzaması ile bitkinin fotosentez yaptığı süre dolayısıyla şeker içeriği artmaktadır. Bitki kanopisi tarafından yakalanan güneş ışığının verimli bir şekilde kullanılması ve yetiştiricilik süresi boyunca bitki herhangi bir biyotik ve abiyotik stres faktörüne maruz kalmaması durumunda bitkinin verim ve kalitesi artmaktadır. Şeker pancarında yüksek ve kaliteli bir üretimin yapılabilmesi (Qi, 2022);

- Vejetasyon süresini dolayısıyla fotosentez yapma süresini etkilediği için mahsulün ekiminin doğru zamanda yapılmasına,

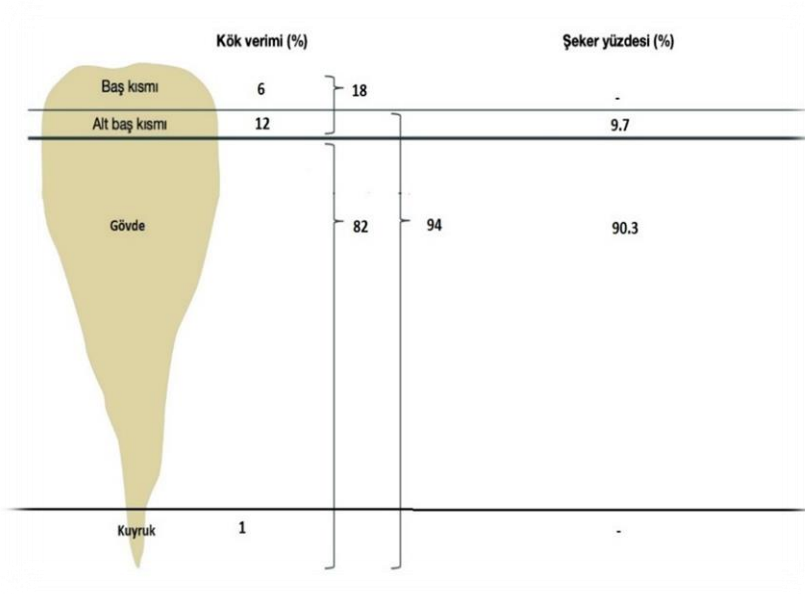
- Ekimden hasada kadar olan süreçte agronomik uygulamaların doğru bir şekilde uygulanarak bitkinin hızlı bir gelişim göstermesinin sağlanmasına,
- Bitkinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerinden korunmasına,
- Bitkinin yaprak alan indeksinin göz önünde bulundurularak ekim normunun optimum düzeyde ayarlanarak bitkinin ışık kullanım etkinliğinin artırılmasına bağlıdır.

Hasat işlemi, hasat olgunluğuna gelen bitkinin yetiştiği ortamdan alınması ve işlenmesidir. Şeker pancarı hasadı ekolojilere göre değişmekle birlikte Eylül ayı ortasında başlamakta ve Aralık ayında sona ermektedir. Hasadın yapıldığı dönem sonbahara denk geldiği için şiddetli don riski artmaktadır. Bu dönem gelmeden hasadın gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Toprak altında donan pancar kökleri hasat edilse bile fabrikasyon sürecini olumsuz etkilemektedir. Don zararına uğrayan şeker pancarında, sukrozun bir kısmı zank maddeleri ve invert şekere dönüşmektedir. Bu maddeler fabrikasyon sürecinde şeker eldesini olumsuz etkilemektedir (Ada, 2005). Bununla birlikte dondan sonra meydana gelen yara ve çatlaklardan köklerin iç dokularına giren çeşitli funguslar, silolama kısmında çürümelere ve kızışmalara yol açmaktadır (Sürel ve Boyraz, 2009). Hasat işleminde diğer önemli olan bir konu toprağın nem durumudur. Sert ve kuru topraklarda, pancar sökümü esnasında kök-gövde kırılmakta veya hasat makineleri zarar görmektedir (Paul ve ark., 2019). Şeker pancarının kırık yüzeylerinden fabrikada yıkama işlemi esnasında şeker ekstraksiyonu dolayısıyla şeker kayıpları meydana gelmektedir. Ayrıca bu kökler fabrikada işleme esnasında daha kısa ve ince dilimler verme eğiliminde olduklarından difüzyon işleminin verimliliğini azaltmaktadır. Bu sebeplerden dolayı hasat esnasında toprağın nem durumu bakımından tarla kapasitesinde olması gerekmektedir.

Şeker pancarı hasat edildikten sonra şeker fabrikasına gitmeden önce baş kesilmesi, nakliyesi için yükleme gibi farklı aşamalardan geçmektedir. Topraktan çıkarılan pancarın şeker içeriğinde hızlı bir düşüş meydana geldiğinden hasattan fabrikada işlemeye kadar geçen sürenin kısa olması gerekmektedir (Alami ve ark., 2021). İdeal bir hasat için;

- Baş kesimi: Şeker ve diğer bileşikler, şeker pancarı içerisinde eşit olarak dağılmamaktadır (Şekil 3). Bitkinin taç kısmı, kök kısmına göre belirgin bir şekilde daha düşük şeker içeriğine sahiptir

(Hoffmann, 2010). Şeker pancarı baş kesimi yeterince derinden yapılmadığında, gövde üzerinde kalan yapraklar büyümeye devam etmekte ve kökte bulunan şekeri tüketmektedir. Derinden yapılan baş kesimleri ise birim alandan alınan pancar verim ve şeker oranını azaltarak ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Tuğrul, 2022). Doğru bir baş kesme işlemi için gövde kısmında yaprak ve yaprak sapı kalmaması gerekmektedir.



Şekil 3. Şeker pancarı kökünün farklı kısımlarına göre şeker içeriği (Bulgakov ve ark., 2022)



Şekil 4. Baş kesme sistemi

- Pancardaki toprağın temizlenmesi: Hasat edilen pancarın üzerinde bir miktar toprak kalmaktadır. Dolayısıyla burada bir toprak taşınması söz konusu olmaktadır. Bu toprağın temizlenmemesi toprak erozyonuna sebep olmaktadır (Tuğrul ve ark., 2010). Ayrıca silolama esnasında çürümeleri artırarak önemli şeker kaybına sebep olmaktadır. Bunlara ek olarak pancarın taşıma maliyetlerini artırmaktadır. Temizleme aşamasında, köklerde kırılma olmamasına dikkat edilmelidir. Hasat işleminde toprağın temizlenmesini sağlayan bir sistem bulunmaktadır (Şekil 5).



Şekil 5. Temizleme sistemi (Tuğrul, 2022)

Tarımsal mekanizasyon, konvansiyonel tarımın önemli bir parçasıdır. Tarım makinelerinin kullanımı insan işgücüne olan ihtiyacı azaltırken, bitkisel üretimde verimliliği ve işletmelerin karlılığını artırmaktadır. Pancar ekim

alanının büyüklüğü, işletmenin ekonomik durumu, traktör gücü gibi etkenler ile şeker pancarı hasadında kombine veya kademeli hasat sistemleri kullanılmaktadır (Tuğrul, 2022). Kombine hasat sisteminde sökülme, baş kesme, temizleme ve yükleme işlemi tek seferde yapılırken, diğer sistemde bahsedilen işlemler ayrı ayrı yapılmaktadır. Şeker pancarı hasat makineleri tek sıralı, çift sıralı ve altı sıralı sökülme makineleri olmak üzere 3 gruba ayrılmaktadır. Sökülme makineleri arasındaki fark birim saatte hektar başına sökülme yaptıkları pancar tonajı ile ilgili olmaktadır. Tek sıralı pancar sökülme makineleri bunkerli ve bunkerli olmayan olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır. Bunkerli olmayan tek sıralı sökülme makineleri pancarı topraktan çıkararak baş kesme işlemini yapmakta ve pancarları tarla yüzeyine bırakmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Bunkerli olmayan tek sıralı pancar sökülme makinesi

Tek sıralı bunkerli hasat makineleri, tek sırayı hasat etmekte ve hasat edilen pancarların temizleme, depolama, yükleme işlemlerini yapmaktadırlar (Şekil 7). Çift sıralı ve altı sıralı pancar sökülme makineleri tek sıralı makinelere göre daha fazla sıra hasat etmekte ve aynı şekilde temizleme, depolama, yükleme işlemlerini yapmaktadırlar. Pancar sökülme makinelerinin bazıları kendinden hareketli tipte olmakta ve işleme esnasında traktör kullanılmamaktadır (Şekil 8). Pancar hasat makinelerinin dışında mekanizasyon için pancar temizleme ve yükleme makineleri kullanılmaktadır (Şekil 9). Bahsedilen makineler, hasat sonrası tarlada bulunan pancarların araçlara yüklenmesini kolaylaştırmakta, pancardan sonra ekimi yapılacak

mahsul için tarla hazırlığını hızlandırmakta ve toprak erozyonun azalmasına destek olmaktadır (Tuğrul, 2022).



Şekil 7. Tek sıralı çekilir tip pancar söküm makinesi



Şekil 8. Kendinden hareketli altı sıralı pancar söküm makinesi

Hasattan sonra bitkide solunum yolu ile şeker kayıpları meydana gelmektedir. Ancak şeker sanayinde her zaman günü gününe sökülen pancarı işleme imkânı yoktur. Bu sebepten hasat edilen şeker pancarının fiziksel ve kimyasal özelliğinin korunarak pancar alım merkezlerinde yığınlar halinde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Yapılan bu işleme silolama denilmektedir.

Şeker üretimi için işlenecek olan pancarlarda silolama esnasında solunum, buharlaşma ve çürüme kaynaklı kayıplar meydana gelmektedir. Yaralanmış şeker pancarlarında mikrobiyal bulaşmalar daha fazla olmaktadır. Bununla birlikte silolarda yetersiz O²' nin bulunması, bakteriler için uygun bir ortam oluşturarak fermentasyona sebep olmaktadır. Bu durum pancarın solunumunu ve invert şeker birikimini artırmaktadır. Özellikle çamurlu veya yaprak kalıntısı olan silolarda hava sirkülasyonu azaldığı için bu durum artmaktadır (Tuğrul ve ark., 2010). Sonuç olarak silo alanlarında ortam koşullarının şeker pancarı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin korunması bakımından oldukça önemli olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 9. Temizleme ve yükleme makinesi (Tuğrul, 2022)

Şeker pancarı ikinci yılında bitkisel döngüsünü sürdürmek için kök-gövdesinde bulunan şeker rezervlerinden yararlanarak, meyve ve tohumlara dönüşen bir çiçek sapı meydana getirmektedir (Arzate, 2005). Şeker pancarında tohum hasadı baba hattın uzaklaştırılması, tohumların biçimi, harman ve kurutma olmak üzere 4 farklı aşamayı içermektedir. Hibrit tohum üretiminde, ana olarak belirlenen bitkinin tohumları hasat edilmektedir. Bu sebeple tozlanma ve döllenme gerçekleşikten sonra baba olarak seçilen bitkiler kökünden sökülmemekte ve bu bitkilerden tohum alınmamaktadır. Ana bitkinin sapları sarardığında ve tohumlar kahverengine döndüğü dönemde tohum hasadı yapılmaktadır. Hasat işleminde çift bıçaklı çayır biçme makineleri kullanılmaktadır. Tohum nemi %10-12'nin altına düşene kadar hasat edilen bitkiler arazide bırakılmaktadır. Harman işlemi ise biçerdöver için özel olarak

geliştirilen bir tablanın eklenmesi ile yapılmaktadır. Harman edilen tohumlar römorklara aktarılarak kurutma alanına taşınmaktadır (Şekil 10). Harman esnasında tohumların arasına kök veya sapların girmesi nemi artırmaktadır. Bu sebeple yüksekliği 40 cm' yi geçmeyen tohum yığınları oluşturulmakta ve belirli aralıklar ile karıştırılmaktadır (Ekinci, 2022). Tohumların nemi %10' un altına düştüğünde şeker pancarı tohumlarının hasat ve harman işlemleri gerçekleşmiş olmaktadır.



Şekil 10. Şeker pancarı harman ve nakliyesi (Ekinci ve ark., 2022)

Kaynaklar

- Ada, R. (2005). *Farklı zamanlarda hasat edilen ve silolanan şeker pancarında silolama süresinin verim ve kaliteye etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Alami, L., Terouzi, W., Otmani, M., Abdelkhalek, O., Salmaoui, S., Mbarki, M. (2021). Effect of sugar beet harvest date on its technological quality parameters by exploratory analysis. *Journal of Food Quality*, 2021: 1-8.
- Arzate, A. (2005). Extraction du sucre de betterave. *ACER centre de recherche de développement et de transfert technologique en agriculture*.
- Bulgakov, V., Pascuzzi, S., Holovach, I., Jüri, O., Valerii, A., Francesco, S. (2022). Theory of Vibrating Lifting Tools of Sugar Beet Harvesters (p. 312). MDPI Books.
- Cloutier, D., Van der Weide, R.Y., Peruzzi, A., Leblanc, M.L. (2007). Mechanical Weed Management, In *Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology*. CABI, London, UK.
- Çakmakçı, R., Oral, E. (1998). Seyreltmeli ve seyreltmesiz şeker pancarı tarımında farklı tarla çıkışlarının verim ve kaliteye etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 451-461.
- Dawson, J.H. (1965). Competition between irrigated sugar beets and annual weeds. *Weeds*, 13(3): 245-249.
- Ecclestone, P. (2011) Sugar beet drills - time to update. *British Sugar Beet Review*, 79(4): 3–8.
- Ekinci, Y.E., Kulan, E.G., Kaya, M.D. (2022). Sugar Beet Seed Production in Turkey. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 10(3): 489-495.
- Ghaly, A.E., Ibrahim, M.M. (2022). Mechanization of weed management in sugar beet. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* (pp. 327-367). Springer Nature, Singapore.
- Hoffmann, C.M. (2010). Root quality of sugarbeet. *Sugar Tech*, 12(3-4): 276-287.
- Jaggard, K.W., Qi, A., Ober, E.S. (2009). Capture and use of solar radiation, water, and nitrogen by sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Journal of Experimental Botany*, 60(7): 1919-1925.

- Johnson, R.T., Alexander, J.T., Rush, G.E., Hawkes, G.R. (1971). Advances in sugarbeet production: principles and practices. Ames, Iowa, USA: Iowa State University Press.
- Paul, S. K., Joni, R.A., Sarkar, M.A.R., Hossain, M.S., Paul, S.C. (2019). Performance of tropical sugar beet (*Beta vulgaris* L.) as influenced by date of harvesting. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 4(1): 19-26.
- Qi, A. (2022). Sugar Beet Production Under Changing Climate: Opportunities and Challenges. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing*, 407-427.
- Sürel, B., Boyraz, N. (2009). Şeker Pancarı silolarında görülen fungal kaynaklı kök çürümeleri ve çürümeleri etkileyen bazı faktörler üzerine bir araştırma. *Selcuk Journal of Agriculture And Food Sciences*, 23(49): 81-87.
- Tuğrul, K. M. (2022). Mechanization in Sugar Beet Cultivation. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* (pp. 473-502). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Tuğrul, K.M., Kandal, A., Çolak, A. (2010). pancar boşaltma, temizleme ve yükleme makinalarının şeker pancarının iç ve dış kalitesi ile silo özelliklerine etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 24(4): 60-69.

BÖLÜM 7

ŞEKER PANCARI ISLAHI

Arş. Gör. Meliha Feryal SARIKAYA¹

Doç. Dr. Rahim ADA²

Prof. Dr. Tolga KARAKÖY³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206152>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: fsarikaya@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7277-1128

² Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Konya, Türkiye E-mail: rahimada@selcuk.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7705-3675

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: tkarakoy@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5428-1907

1. Giriş

İnsanlar ve hayvanlar için önemli bir besin kaynağı olan Şekerler, bitkiler tarafından üretilen doğal maddelerdir. Şekerler 1:2:1 oranında C, H, O elementlerinden oluşmaktadır (Kadioğlu, 2016). Ekonomik açıdan önemli olan sakkaroz (Şeker), glikoz ve fruktoz olarak bilinen iki monosakkaritin birleşmesi ile oluşan çözünür bir disakkarittir. Şekerpancarı ve Şeker kamışı gibi bazı bitkiler vakuollerinde bol miktarda sakkaroz depolayan bitkilerdir (zen ve Onay, 2013).

Dünyada retilen Şekerin %80' ini Şeker kamışı oluşurmaktadır. Şeker pancarı ise Şeker kamışı için alternatif bir ürün olmakla birlikte dünyadaki Şekerin beşte birini üreten ikinci önemli Şeker bitkisidir (Misra, ve Shrivastava, 2022). Türkiye'de ise Şeker retimi ağırlıklı olarak Şeker pancarından elde edilmektedir. Toplam üretimim yaklaşık %95'i Şeker pancarından, geri kalanı ise nişasta bazlı (mısır, patates, buğday gibi bitkilerin nişastasından elde edilen ve temel olarak glukoz ve/ veya fruktoz içeren Şekerler) olarak üretilmektedir (Ertürk ve Ağır, 2022). Şeker pancarı Türkiye'de tarım sektöründe ve tarıma dayalı sanayi üretiminde önemli bir rol oynamakta ve ülke için önemli katma değer sağlamaktadır. Ayrıca tarım sektörünün yanı sıra hayvancılık, gıda, kimya, ilaç, tarımsal makine ve taşımacılık sektörüne de ekonomik katkı sağlamaktadır (Eştürk, 2018). Bu sebepler ile yetiştiriciliğinin yapılacağı bölgenin ekolojisine uygun, verimi ve kalitesi yüksek, hem üreticinin hem de tüketicinin ihtiyaçları dāhilinde yeni Şeker pancarı çeşitlerinin geliştirilmesi önemli bir konudur.

2. Şeker Pancarı Yayılışı ve Taksonomisi

Kökenini Akdeniz kıyı şeridi kıyı şeridi, Avrupa ve Afrika'yı vreleyen orta ve kuzey Atlantik kıyıları boyunca yayılım gösteren *Beta maritima*' dan almaktadır (Şekil 1). Yüksek tuz konsantrasyonuna ve şiddetli kuralık koşullarına olan yüksek toleransı *Beta maritima*'nın ön plana çıkan en önemli özelliklerindedir (Shaw ve ark., 2002). Islah çalışmalarında hastalık ve zararlılara dayanıklı eşitleri elde etmede başarıyla kullanılmıştır (Biancardi ve ark., 2012).



Şekil 1. *Beta maritima* (Leys ve ark., 2014)

Alem: Bitkiler

Sınıf: Kapalı tohumlular

Takım: Caryophyllales

Familya: Amaranthaceae

Cins: *Beta*

Tür: *vulgaris*

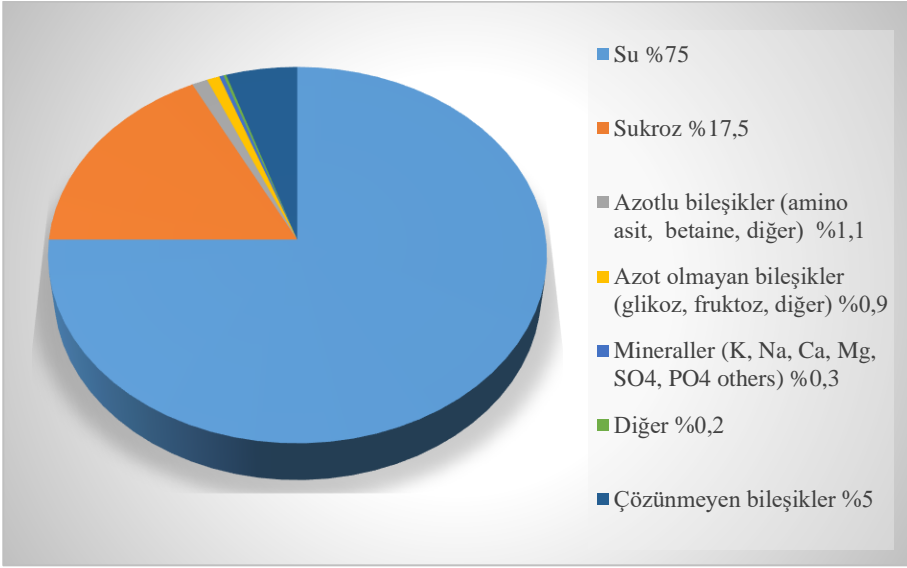
Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), Amaranthaceae (eski adıyla Chenopodiaceae) familyası ve C₃ fotosentetik sisteme sahip Caryophyllales takımının üyeleri arasında yer almaktadır. Kültürü yapılan pancarlar pazı, kırmızı pancar, yem pancarı ve şeker pancarı olmak üzere *vulgaris* alt türüne dâhil olmaktadır (Zicari ve ark., 2019).

Beta cinsinde türler ve alt türler birbirleri ile melezlenebilmektedir. Bu nedenle yeni bitkilerin geliştirilebilmesi için önemli genetik kaynakları oluşturmaktadırlar. Pancar için farklı genetik kaynakların melezlenmesi yoluyla yeni alellerin elde edilmesi, genetik çeşitliliği artırmakta ve istenilen özellikler için (yüksek verim ve kalite, monogerm tohum vs.) ön materyalin oluşumunu sağlamaktadır.

3. Şeker Pancarı Biyolojisi ve Bileşimi

Bitkinin ilk yılında epigeal çimlenme meydana gelmekte ve köklerinde sakkaroz birikimi başlamaktadır. İkinci yılda ise vernalize olduktan sonra köklerinde depoladığı sakkarozu kullanarak sapa kalkmakta ve tohum bağlamaktadır.

Şeker pancarı kök gövdesi yüksek oranda çözünür şeker ve buna nispeten daha düşük oranda pektin, hemiselüloz ve selüloz (suda çözünmeyen maddeler) gibi yapısal karbonhidratları içermektedir (Şekil 2). Bitkinin bileşeni bitki genetiği, ekolojisi, agronomik uygulamalar, hasat ve harman sonrası uygulamalar dâhil olmak üzere birçok faktörün interaksiyonu ile değişim göstermektedir.



Şekil 2. Şeker pancarı bileşimi (Srichuwong ve ark., 2010).

Fabrikalarda yüksek beyaz şeker veriminin elde edilmesi kök verimi ve şeker yüzdesi ile ilişkili olan pancar kök gövdesindeki sodyum ve potasyum tuzları, amino azot ve betainlerin konsantrasyonlarına bağlıdır. Şeker pancarı ıslah programları, yüksek şeker verimi ile dengeli bir konsantrasyonu birleştirmeyi hedeflemektedir.

4. Şeker Pancarı Üretim ve Islah Amaçları

Yetiştiricilerin ve genetik bilimcilerin temel hedefleri, biyotik ve abiyotik strese tolerans, kalite ve verim özellikleri dâhil olmak üzere farklı arzu edilen özellikler için şeker pancarı çeşitleri geliştirmektir. Şeker pancarı ıslahında çalışılan başlıca konular aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

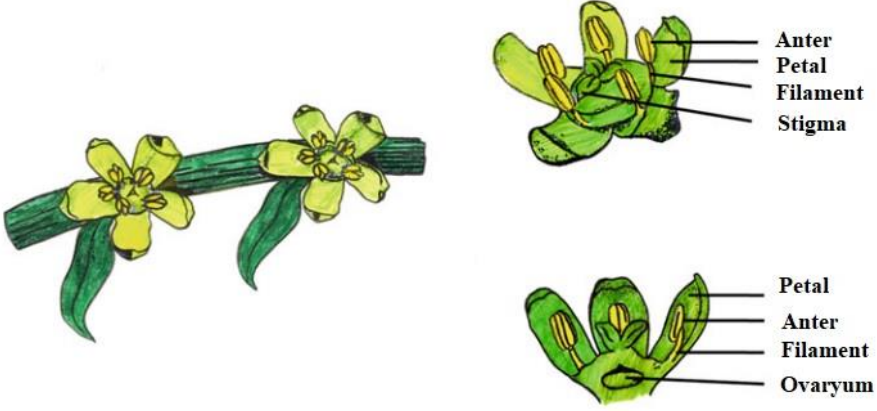
- Birim alandan yüksek kök-gövde verimi

- Yüksek kalite (şeker oranı, şeker dışı maddeler yönünde içeriği)
- Yüksek yaprak verimi
- Hastalıklara (yaprak leke hastalığı, rhizomania vb.) dayanıklılık
- Zararlılara dayanıklılık (Pancar nematodu, pancar sineği vb.)
- Abiyotik stres koşullarına (tuzluluk, kuraklık, yüksek sıcaklık vb.) dayanıklılık
- Monogerm tohum
- Çatallaşmaya dayanıklılık
- Silolomaya uygun çeşitler
- Makinalı hasada uygunluk

5. Şeker Pancarı Çiçek Yapısı ve Döllenme Biyolojisi

Şeker pancarının çiçeklenme için yaklaşık 40 gün boyunca ortalama 5-10 °C arasında sıcaklığa maruz kalması gerekmektedir (Sparkes, 2003). Çiçeklenme aşamasında bitki fotosentez ile ürettiği asimilatları kökü geliştirmek için değil çiçek ve sonrasında tohum oluşturmak için kullanmaktadır. Çiçeklenme periyodu ortalama 28 gün sürmektedir. Çiçeklerin rengi ise yeşilden beyaza değişmektedir.

Şeker pancarı yabancı döllenmiş (allogom) diploid ($2n=18$ kromozomlu) bir bitkidir. Çiçeği 5 adet erkek ve 3 parçalı dişi organı birlikte bulduran hermafrodit çiçek yapısına sahiptir (Şekil 3). Ancak genellikle erkek organlar, dişi organdan önce olgunlaştığı için (protandry) bu bitkide yabancı döllenme gerçekleşmektedir.



Şekil 3. Şeker pancarı çiçeği (Mall ve ark., 2022)

Bitkilerde çiçek yapısı ve döllenme biyolojisi kullanılan ıslah tekniklerini etkilemektedir. Islah tekniği kültür bitkisinin üreme biyolojisine uygun olduğu durumda başarı sağlanabilmektedir.

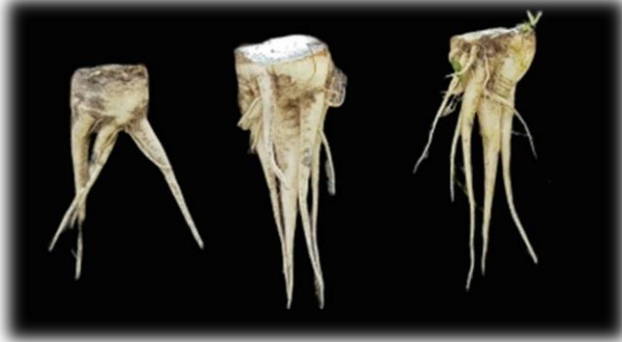
6. Şeker Pancarında Kullanılan Islah Teknikleri

Bitkilerde yabancı tozlaşmayı ve döllenmeyi zorunlu kılan bazı faktörler bulunmaktadır. Şeker pancarında bulunan kendine uyumsuzluk (self-incompatibility), polen-stigma uyumsuzluğundan kaynaklanan ve yabancı döllenmeyi gerekli kılan bir mekanizmadır. Kendine uyumsuzluk mekanizmasının heteromorfik ve homomorfik olmak üzere iki tipi mevcuttur. Şeker pancarında bulunan türü homomorfik uyumsuzluk olup bir çiçeğin kendi stigmatı ve polenleri arasında genetik olarak ortaya çıkan bir uyumsuzluk türüdür. Homomorfik uyumsuzluk ise gametofitik ve sporofitik olmak üzere ikiye ayrılmakta olup, şeker pancarında bulunan mekanizması gametofitik uyumsuzluktur. Gametofitik uyumsuzluk mekanizmasında polen tüpünün uzaması dişi borusunun yaklaşık üçte biri kadar uzadığında durdurulmaktadır (Baydar, 2021). Bahsedilen mekanizmaların şeker pancarında yabancı döllenmeye sebep olması, bitkide kullanılan ıslah tekniklerini belirlemede önemli olmaktadır.

6.1. Seleksiyon

Şeker pancarı seleksiyon ıslahında üzerinde çalışılan bazı morfolojik, anatomik, fizyolojik ve kimyasal karakterler mevcuttur (Bosemark, 1993).

Morfolojik ve anatomik karakterler: Şeker pancarı bitkisinin morfolojik özellikleri (örneğin kök şekli) hasat işlemlerini, depolama özelliklerini ve fabrikada şeker işleyişini etkilemektedir. Çatallaşmış kökler (Şekil 4) hasat esnasında kırılarak toprağın altında kaldığında, fabrikada yıkama işlemi esnasında kırık yüzeylerden şeker ekstraksiyonuna sebep olarak kayıplara neden olmaktadır. Ayrıca bu kökler fabrikada işleme esnasında daha kısa ve ince dilimler verme eğiliminde olduklarından difüzyon işleminin verimliliğini azaltmaktadır. Yetiştiriciler açısından bakıldığında ise çatallaşmış kökler toprakta daha sığ bir derinlikte olduklarından hasat makinelerinin, pancarları toprak yüzeyinden fırlatmaları sebebi ile kayıplara neden olabilmektedir.



Şekil 4. Şeker pancarında çatallanma (Misra ve Shrivastava, 2022)

Anatomik karakterler ise özellikle fabrikada şeker elde edilme aşamasındaki işleyişi etkilemektedir. Hücre boyutu, hücre duvarının kalınlığı ve vasküler demetlerin sayısı şeker ekstraksiyonu ve dilimlemeye karşı direnci etkilemektedir.

Fizyolojik karakterler: Şeker pancarında maksimum verim büyüme döneminin uzun olması ile elde edilmektedir. Büyüme mevsimini uzatmanın en

etkili yolu ise ekimin erken yapılmasıdır. Ancak bu durum pancarın sapa kalkmasına neden olabilmektedir. Sapa kalkan pancarın odunsu gövdesi ve lifli kökleri makineli hasadı engellemekte ve verimi azaltmaktadır. Bu sebeplerle sapa kalmaya dirençli çeşitlerin seleksiyonu önemli bir hale gelmiştir.

Şeker pancarında diğer önemli bir konu ise monogerm ve multigerm tohumdur. Genetik monogerm tohum daha iyi çimlenme ve çıkış sağlanmaktadır. Multigerm tohumlarda embriyo sayısı birden fazladır (Şekil 5). Bu sebeple birden fazla filiz verdiği için mutlaka seyreltme işleminin yapılması gerekir. Üreticiler için bu durum zaman ve maliyet kaybı anlamına gelmektedir. Uzun süren ıslah çalışmaları ile monogerm tohumluk elde edilmiş ve multigerm tohumlar ise mekanik olarak fabrikasyonla kırılarak monogerm tohumlukların elde edilmesi sağlanmıştır (Er ve ark., 2000).



Şekil 5. Şeker pancarı monogerm (a) ve multigerm (b) tohum

Kimyasal karakterler: Morfolojik, anatomik ve fizyolojik özellikler ürünün verimi, depolama, fabrikada yıkama ve dilimlemeyi dolayısıyla difüzörlerdeki işlemleri etkilemektedir. Kimyasal karakterler ise esas olarak şekerin kristelleşme sürecini etkilemektedir. Kökler yüksek şeker oranına ve düşük konsantrasyonlarda sodyum, potasyum, amino azot ve betain içeriğine sahip olmalıdır. Ayrıca glikoz gibi basit şekerlerin konsantrasyonları da düşük olmalıdır. Sonuç olarak, şeker pancarı ıslahında önemli olan birçok karakter seleksiyon ile geliştirilebilmektedir.

Yabancı döllenmiş ve kendine dölenen bitkilerin ıslahında uygulanan seleksiyon yöntemleri birbirinden farklıdır. Kendine dölenen bitkilerde saf hat çeşitleri elde etmek ve tek bitki seleksiyonu esastır. Toptan seçme yeni çeşit

geliştirmekten ziyade mevcut çeşitlerin saflaştırılmasında kullanılmaktadır. Yabancı döllenmiş bitkilerde ise tek bitki seleksiyonu nadiren kullanılmaktadır. Çünkü bu bitkiler yabancı tozlandığı için sürekli açılma göstermekte ve heterozigot bir yapıya sahip olmaktadır. Sonuç olarak, seçilen ana bitkilerin karakterlerini yavru döllerinde muhafaza etmek güçtür. Bu nedenle, yabancı döllenmiş bitkilerde diğer seçme yöntemleri daha yaygın olarak kullanılmaktadır. (Genç ve Yağbasanlar, 2002). Bunlar; Toptan seçme (Mass seleksiyon), Döl kontrollü teksel seleksiyon ve hat ıslahı ve Tekrarlamalı (recurrent) seleksiyondur.

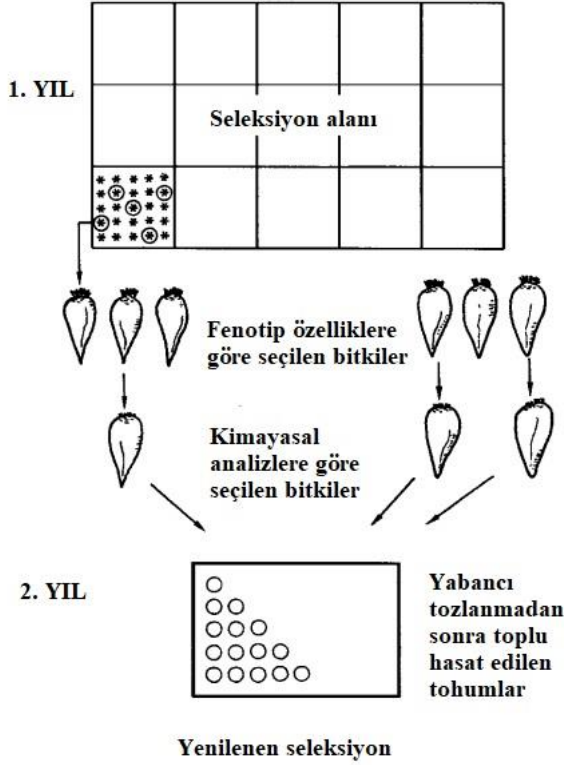
6.1.1. Toptan seçme (Mass seleksiyon)

Toptan seleksiyonda, bir popülasyondaki arzu edilen bitkiler fenotipik özelliklerine göre seçilmektedir. Genotipin homozigot ya da heterozigot olup olmadığına bakılmamaktadır. Islah amacına uygun çok sayıda bitki seçilir ve topluca hasat edilir. Başlangıçtaki popülasyonun genetik çeşitliliği azalırken fenotipik homojenliği artmaktadır (Baydar, 2021).

Bir karakterin yavru döllere geçme oranı olarak tanımlanan kalıtım derecesi, toplu seleksiyonun etkinliğini belirleyen en önemli faktördür. Kalıtımı en fazla birkaç gen ile kontrol edilen fenotipe yansıyan veya ölçülebilen karakterler için toplu seleksiyonda olumlu sonuçlar elde edilebilmektedir. Ancak verim gibi birçok gen tarafından kalıtımı kontrol edilen kantitatif karakterlerde için mass seleksiyon çok etkili bir ıslah yöntemi değildir.

Toptan seçmede çevre koşullarının etkisi mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Topluca hasat edilip karıştırılan tohumlar üniform olan seleksiyon parsellerinde yetiştirilmeli ve popülasyonun hastalık ve zararlı gibi etmenlerden zarar görmemesi için önlemler alınmalıdır. Çalışma alanını eşit bir şekilde örneklendirebilmek için seleksiyon alanını daha küçük alanlara bölerek her popülasyondan belirli sayıda bitki seçilmesi önemli bir konudur.

Şeker pancarında toptan seçme genellikle arazide gözlemlenen morfolojik ve laboratuvarında kimyasal analizleri içeren karakterler için kullanılmaktadır (Şekil 6). Kök şekli gibi morfolojik özellikler, sapa kalkmaya ve belirli hastalıkla karşı tolerans gibi özellikler için etkili olmaktadır. Ayrıca şeker oranı ve bağlı gen etkisine sahip genler tarafından kontrol edilen kalite özellikleri için etkili olabileceği belirtilmektedir (Bosemark, 1993).



Şekil 6. Şeker pancarında toptan seçme (Bosemark, 2006)

6.1.2. Döl kontrolü teksel seleksiyon ve hat ıslahı

Döl kontrollü seleksiyonda önce tek bitkiler seçilir. Seçilen bitkilerin tohumları ayrı sıra veya parsellerde yetiştirilerek yavru döleri kontrol edilir. Bu sayede kalıtım derecesi incelenerek üstün özelliklerin genotipten mi yoksa çevreden mi ileri geldiği belirlenir.

Yabancı döllenmiş bitkilerde Half-sib ve Full-sib döl seçimi ile yeni seleksiyon kaynağı olarak kullanılacak üstün popülasyonlar geliştirmek amaçlanmaktadır (Bosemark, 1993).

6.1.2.1. Projeni testli yarı kardeş (Half-sib) eşleştirmeli seleksiyon

Mezlemede yalnızca bir anaç bilindiği için yarı kardeş eşleştirmeli seleksiyon ismini almıştır. Yarı kardeşler, ortak anaç veya polen kaynaklı bitkilerdir.

1. Yıl: Şeker pancarında başlangıç materyali olarak açıkta tozlanan popülasyondan fenotipe göre bir seçim yapılmakta sonrasında toptan seleksiyonda olduğu gibi şeker oranı ve kimyasal bileşimi için tekrardan bir seçim yapılmakta ve her bitkiden elde edilen tohumlar ayrı ayrı saklanmaktadır.

2. Yıl: Bir önceki yıl hasat edilen bitkilerin tohumların yarısı izole edilmiş bir alanda döl testine (progeny testi) tabi tutulmaktadır.

3. Yıl: Burada ıslahçı iki farklı yol izleyebilmektedir. Birincisi, istenilen özellik bakımından en yüksek performans gösteren bitkilerin tohumlarının bulk edilmesidir. Bu tohum karışımı ekilerek izolasyon parselinde yeni kombinasyonlar elde etmek için kendi aralarında açıkta tozlamaya bırakılmaktadır. Buradaki uygulamada genlerin yarısı progeni testindeki hatlardan gelmektedir. İkincisi ise, bir önceki yıl yarısı saklanan yüksek projenili bitkilere ait tohumların bulk edilerek izolasyon koşullarında yetiştirilmesidir. Bu metotta ise genlerin yarısı başlangıçtaki popülasyondan gelmektedir. Böylece her iki yöntemde de popülasyonun düzeyi başlangıca göre iyileştirilmiş olmaktadır. Bu popülasyon başlangıç kaynağı olarak kabul edilerek döl testine dayalı yarı kardeş seleksiyonuna devam edilmektedir.

Bu ıslah tekniği, kalıtım derecesi yüksek karakterlerin ıslahında kullanılmaktadır. Şeker pancarında uygulanan bir teknik olmasının en büyük nedeni bitkinin verim denemelerini başlatmak için yeterince tohum vermesidir. Ayrıca toptan seleksiyona göre daha etkin bir seleksiyon yöntemidir. (Tosun, 2015).

6.1.2.2. Tam kardeş (Full-sib) seleksiyonu

Aynı ana ve babaya ait bireyleri ifade etmektedir. Başlangıç popülasyonundaki anaçlar kullanılarak mezleme yapılmaktadır.

1. Yıl: Kaynak popülasyondan seçilen bitkiler ikişer ikişer melezlenir. Elde edilen tohum miktarını artırmak için resiprokal melezlemeler yapılabilmektedir. Her bitkinin tohumları ayrı ayrı hasat edilmektedir.

2. Yıl: Bir önceki yıl her melezden elde edilen tohumların yarısı saklanır. Diğer yarısı ise ekilerek tekrarlamalı progeni testi yapılmakta ve üstün olan projeniler belirlenmektedir.

3. Yıl: Projeni performansına göre seçilen ve yarısı saklanan melezler eşit miktarda karıştırılmaktadır. Bu tohumlar izolasyon parselinde yetiştirilmekte ve yeni gen kombinasyonları için aralarında açık tozlamaya bırakılmaktadır. İslah amacına göre bu işlem tekrarlanmaya devam etmekte ve nihayetinde yeni bir popülasyon elde edilmiş olmaktadır.

Tam kardeş eşleştirmelerinde kardeşler en az %50, yarı kardeş eşleştirmelerinde ise en az %25 genetik benzerliğe sahip olmaktadırlar (Tosun, 2015).

6.1.3. Tekrarlamalı seleksiyon

Bu yöntemde, üstün alelik kombinasyonlarını melez bitkilerde toplayarak kaynak popülasyonların iyileştirilmesi hedeflemektedir (Bosemark 2006). Tekrarlamalı seleksiyon sistemleri döngüsel olarak devam etmektedir. Her döngüde hatların değerlendirilmesi ve kendilenmesi ve tüm kombinasyonlarda üstün kendilenmiş bitkilerin projenilerinin melezlenmesi, her melezden alınan tohumların eşit miktarda karıştırılması işlemleri yapılmaktadır. Böylece seleksiyon yapmak için yeni bir popülasyon elde edilmiş olmaktadır. Teknik şeker pancarı ıslahında, Bosemark (1971) tarafından O-tipi hatların üretiminde kullanılmıştır.

Tekrarlayan seçimde, bir veya birden fazla seçilen özellik açısından seçilen bitkilerde kendine tozlama yapılmaktadır. İslah amacına uygun olan özellikteki genotipler yenilenecek çoğaltılmaktadır. Üstün bitkiler, tüm kombinasyonlarda çaprazlanmakta ve tüm melezlerden eşit miktarda tohum alınarak elde edilen popülasyon bir sonraki seçim döngüsünü başlatmak için kullanılmaktadır. Şekerpancarı ıslahına uygulanabilen tekrarlayan seleksiyon sistemleri dört temel modele ayrılmaktadır (Richardson, 2010).

6.1.3.1. Basit (Fenotipik) tekrarlamalı seleksiyon

Seleksiyon yalnızca fenotipe göre yapılır. Bu teknik genotip-çevre etkileşiminin düşük olduğu özelliklerde en fazla etkiye sahiptir.

6.1.3.2. Genel kombinasyon yetenekli tekrarlamalı seleksiyon

Genel kombinasyon yeteneği iyi olan bitkileri belirlemek için heterozigot test anacı ile yapılan melezlemelere dayalıdır.

6.1.3.3. Özel kombinasyon yetenekli tekrarlamalı seleksiyon

Homozigot test anacı ile özel uyuşma yeteneği test edilmektedir.

6.1.3.4. Karşılıklı (Resiprokal) tekrarlamalı seleksiyon

Birbiri ile mezlenebilen iki popülasyonun aynı anda iyileştirildiği bir tekniktir. Hem genel hem de özel kombinasyon yeteneği bakımından seleksiyon yapılabilir.

6.2. Hibrit çeşit ıslahı

Hibrit ıslahında, F_1 ’ de ortaya çıkan heterosisten (melez azmanlığı) etkin şekilde faydalanılmaktadır. Heterosis kavramı melezlerin anaçlardan daha üstün özelliklerde olmasını ifade etmektedir.

Hibrit çeşit ıslahının pratik ve sürdürülebilir olması önemli bir konudur. Birçok yabancı döllenmiş bitki türünde yüksek heterosis elde edilmektedir. Ancak emaskulasyon işlemi ve tozlaştırma işlemi iş gücü ve dolayısıyla ekonomik anlamda olumsuzluklara sebep olmaktadır. Şeker pancarında ilk olarak F.V Owen tarafından US-1 çeşidinde CMS bitkilerin [S(xxzz)] keşfedilmesi ile hibrit tohum üretimi yaygınlaşmaya başlamıştır. Şeker pancarında sitoplazmik erkek kısırlığına dayalı hibrit çeşitlerin geliştirilmesinde (Baydar, 2021);

- Dişi ebeveynde polen kısırlığına neden olan sitoplazmik genetik erkek kısır (CGMS) hatlara [S(xxzz)],
- CGMS hatların idamesini sağlayan O-tip Maintainer hatlara [N(xxzz)],
- F_1 döl kuşağında tekrar fertilité sağlayabilen Restorer hatlara [N(XXZZ)] ihtiyacı vardır.

Erkek kısırlığın olabilmesi için, çekirdek genlerinin resesif homozigot (xxzz) ve sitoplazmada (S) faktörünün olması gerekir. Eğer sitoplazmada (N) faktörü varsa, çekirdek genlerinin durumuna bakılmaksızın bitki polen fertil olmaktadır. Çekirdekte ise tek bir dominant gen bulunması, sitoplazmik faktör

ne olursa olsun (S veya N) bitki polen fertil olmaktadır. Sonuç olarak sadece [S(xxzz)] polen kısır bir bitki olmakla birlikte, [S(Xxzz)], [S(xxZz)] ve [S(XxZz)] genotipli bitkiler yarı erkek kısır bitkileri oluşturmaktadır (Tosun, 2015).

Sitoplazmik erkek kısırlık (CMS), sitoplazmik faktörlerden ileri gelmekte ve çekirdek genlerinden bağımsızdır. Bu bitkiler başka bitkilerde çiçek tozu aldığıında tohum bağlayabilmektedir. Ancak oluşan bitkilerin sitoplazması dişi ebeveynden geldiği için, meydana gelen bitkiler erkek kısır olmaktadır. Yani sitoplazmik erkek kısırlığın kalıtımı yalnızca ana bitki tarafından sağlanmaktadır. Bu tip bir polen kısırlığına sebep olan mitokondriyal bir sterilite (S) genidir. Hibrit çeşit ıslahında dişi ebeveyn olarak kullanılan CMS hattı, kendilenmiş bir hatta en az 5 generasyon geriye melezleme işlemi yapılarak elde edilmektedir.

Sitoplazmik genetik erkek kısırlık (GCMS), hem sitoplazmadaki hem de kromozomdaki genler erkek kısırlık üzerinde etkilidir. Genetik ve sitoplazmik faktörler tek başına erkek kısırlığı meydana getirmemektedir. Kısır bir sitoplazma içerisindeki nucleusta bulunan homozigot resesif bir gen çifti tarafından ortaya çıkarılan S(xxzz) şeklinde simgelenen bitkilerdir (Genç ve Yağbasanlar, 2002).

GCMS bitkilerin sürdürülmesi, normal sitoplazmalı bir çift homozigot resesif gen tarafından meydana gelen O-tip bitkiler tarafından sağlanmaktadır (Owen, 1945; Le Cohec, 1969; Bosemark, 1972; Bliss ve Gabelman, 1965). O-tip bitkilerin polen taşıyan bitkilerden fenotipik olarak ayırt edilmesi mümkün değildir. Bu bitkiler ancak GCMS bitkiler ile test edilerek bulunabilmektedir. O-tipi adayı fertil bitki ile GCMS olduğu bilinen bitkilerle izole koşullar altında melezlenmektedir. Fertil bitkilerin ve erkek kısır bitkilerin tohumu ayrı ayrı hasat edilmektedir. Eğer erkek kısır bitkilerin dölleri %100 erkek kısır ise bu bitkiyi döllen bitkinin O-tipi olduğu anlaşılmaktadır (Erdal, 2001). Bu bitkiler baba olarak fertildir. O-tip olduğu belirlenen fertil bitki ile polen steril bitki ortalama 6 jenerasyon melezlenerek, O-tip bitkinin ıslah amacına yönelik tüm özellikleri (verim, kalite vb.) erkek kısır bitkiye aktarılmaktadır.

Restorer hatlar, kendilenmiş bir hatta en az 5 generasyon geriye melezleme işlemi ile polen fertilitisini sağlayan allel çiftini aktararak [N(XXZZ)] genotipli restorer hat elde edilmektedir.

Hibrit şeker pancarı tohumluğu üretiminde, monogerm dişi ebevyn ile restorer multigermler baba ebevynler 6:2 veya 8:2 oranında erken ilkbaharda sıra arası 70 cm, sıra üzeri 40 cm olacak biçimde dikilmektedir. Ana ve baba bitkilerin çiçeklenme döneminin birbirine denk gelmesi bakımından uç alma işlemi yapılmaktadır. Döllenme aşamasından sonra baba bitkiler sökülerek atılmakta ve hasat döneminde ana bitkiler hasat edilmektedir. Hibrit tohumlar ön çimlendirme (priming), tohum kaplama (pelleting), tohum ilaçlama (coating) gibi işlemlerden sonra paketlenmektedir (Baydar, 2021).

6.3. Şeker pancarında autotetraploid ıslahı

Kromozom sayılarında meydana gelen değişimlere ploidy, somatik hücrelerde ikiden fazla kromozom takımı ya da genomu bulunmasına ise polyploidy denilmektedir. Aynı türün kromozomları katlandığında autopoliploid meydana gelmektedir.

Şeker pancarında kromozom sayısı $n=x=9$ olup, diploid ($2n=2x=18$), triploid ($2n=3x=27$), tetraploid ($2n=4x=36$) olmak üzere 3 farklı ticari grubu mevcuttur (Dirim ve ark., 2022). Son yıllara kadar şeker pancarının CMS tetraploid hatları ile Restorer diploid hatları melezlenerek monogerm triploid F_1 çeşitleri geliştirilmiştir. Ancak günümüzde daha çok monogerm diploid türlerin ıslahı üzerinde durulmaktadır. Bunun en önemli sebepleri arasında triploid çeşitlerin kromozomal dengesizlikler göstermesi ve şeker pancarında yaygın olarak görülen hastalıklara karşı dirençli olmaması yer almaktadır. Diploid çeşitlerin triploid çeşitlere göre üstün özellikleri ise tohum üretim maliyetlerinin daha düşük, tohum çıkış performanslarının daha üstün, stres koşulları altında kök-gövde veriminin ve polar şeker oranının daha yüksek olmasıdır (Baydar, 2021).

7. Biyoteknolojik uygulamalar

Yaklaşık 200 yıllık bir yetiştirme süresine sahip olan şeker pancarının verim ve kalitesi klasik ıslah yöntemleri ile önemli ölçüde geliştirilmiştir. Bununla birlikte son yıllarda biyoteknolojik uygulamaların klasik ıslah programlarına dâhil edilmesi ile ıslah sürecini daha etkin bir hale getirmek amaçlanmaktadır.

7.1. Markör destekli seleksiyon (MAS)

Markör destekli seleksiyon, DNA markörlerinden yararlanılarak kalitatif ve kantitatif karakterlerin (QTL) genotip x çevre interaksiyonundan etkilenmeksizin hızlı ve güvenilir bir şekilde belirlenmesini sağlayan bir ıslah tekniğidir. Moleküler (DNA) markör, genomda bir gen bölgesi ile ilişkili bir DNA fragmentidir. Farklı genotiplere ait farklı DNA nükleotit diziliş farklılıklarından (polimorfizm) geliştirilmektedir. Bu teknik bir özelliğin bir karakterin kalıtımından sorumlu dominant veya resesif allellerinin tanımlanmasını ve bu alleri taşıyan en uygun bireylerin seçilmesi için kullanılır. Bitki ıslahında moleküler markörlerin kullanım alanları aşağıda sıralanmaktadır;

- Genotipik haritalama
- Akrabalık ilişkileri (Filogenetik)
- Gen kaynaklarının karakterizasyonu
- Genetik varyasyon ve heterosis
- Kalitatif özellik lokusları
- Mutant ve GDO testleri
- Gen piramitlemesi

MAS sayesinde bitkiler henüz fide döneminde iken hastalık ve zararlılara dayanıklı olan genotipler test ve gözlemlere tabii tutulmadan belirlenebilmektedir. Özellikle şeker pancarı ıslahında CMS, Maintainer veya Restorer özellik kazandıran genin bulunduğu bitkilerin belirlenmesinde oldukça başarılıdır. Ayrıca şeker pancarı ıslahında yabancı akrabaların belirlenmesinde de önemli bir tekniktir. Yabancı akrabalar belirli habitatlara adapte olduklarından, önemli bir genetik kaynağı oluşturmaktadırlar. Genom dizileme yoluyla pancarda bulunan genlerin ve alellerin sayısı, kimliği ve çeşitliliği hakkında bilgi edinmek, pancarlarda yeni özellikleri tanıtmak ve geliştirmek için önemlidir. Bitkinin yabancı akrabalarında bulunan özellikler olan tolerans ve direnç özelliklerini kültür çeşitlerine aktarmak için bu özelliklerin belirlenmesi gerekir. Bunun için kültür pancarı ve yabancı akrabalarının genetik bilgilerinin belirlenmesi ve birbirlerine göre filogenetik sınıflandırılmaları çok önemlidir (Dirim ve ark., 2022).

7.2. Doku kültürü teknikleri

Bitki doku kültürü teknikleri, *in vitro* koşullarda bitki ıslahı için büyük öneme sahip çeşitli yöntemleri içeren bir bilimsel alandır (Güngör ve ark., 2022).

7.2.1. Meristem kültürü

Bitkinin sürekli bölünür dokuları eksplant olarak kullanılarak *in vitro* koşullarda kültüre alınarak tam bir bitkinin elde edilmesini ifade eden bir kültürdür. Şeker pancarında sürgün uçları, koltuk altı tomurcukları ve genç çiçek salkımlarının çiçek tomurcukları bu kültür için kullanılmaktadır. Şeker pancarı ıslah programlarında meristem kültürünün avantajları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Gürel ve ark., 2008);

- Seçilen ıslah materyalleri nispeten düşük maliyetle ve kısa sürede çoğaltılabilmektedir.
- Kendine uyumsuz genotipler üreme değerleri izlenirken verimli bir şekilde korunabilmektedir.
- Belirli karakterler için tek bitki seçimine ihtiyaç varsa, bu tür bitkilerin klonal kopyaları kullanılarak sera veya arazi koşullarının olası olumsuz etkileri en aza indirilebilmektedir.
- CMS genotiplerin muhafazası yapılabilmektedir.
- Çimlenmesi ve yeniden üretilmesi zor yabancı germplazmları etkili bir şekilde çoğaltılabilmektedir.

7.2.2. Haploid bitki üretimi

Kısa bir süre içerisinde (1-2 yıl) belli bir genotipten bir dizi homozigot hattın üretilmesini sağlayan bir tekniktir. Aynı zamanda resesif mutasyonların induksiyonunu ve saptanmasını sağlamaktadır. Şeker pancarında ışınlanmış polen, anter kültürü ve ovül-ovaryum haploid bitki kültürleri başarı ile kullanılmaktadır (Bosemark, 1971; Speckmann ve ark., 2019).

Tamamen homozigot dihaploidlerin üretimi, haploid bitkilerin yetiştirildiği kültür ortamına kolşisin ilave edilerek ya da anti-mitotik maddelerle muamele edilerek çoğalma sırasında kromozomun ikiye katlanması yolu ile elde edilmektedir (Gürel ve ark., 2000). Haploid bitkilerin ıslahçılar için sağladığı avantajlar aşağıda sıralanmaktadır (Ellialtıoğlu ve ark., 2000);

- Şeker pancarı yabancı döllenmiş bir bitki olduğundan genotiplerde heterozigot oranı çok yüksek olmakta ve bunlarda homozigot hatların elde edilmesi için 10-12 generasyon boyunca kendilemeler yapmak gerekmektedir. Ancak dihaploidizasyon yöntemi devreye girdiğinde homozigot hatlara bir generasyonda ulaşmak mümkün olmaktadır.
- Kendine uyumsuz bitkilerde klasik yöntemlerle homozigotiye ulaşmanın zor olduğu türlerde, dihaploidizasyon yöntemi kullanılarak bu sorun bir generasyonda çözülebilmektedir.
- F₁ hibrit çeşitlerin geliştirilmesinde homozigot hatlar arasında üstün kombinasyon yeteneği verenlerin belirlenmesi yöntemi kullanıldığından, haploidinin hibrit çeşit ıslahında özel bir önemi bulunmaktadır.

7.2.3. Protoplast kültürü

Protoplast kültürü, *in vitro* koşullarda hücre duvarından yoksun olan bitki hücrelerinden bölünebilir yeni bir bitki meydana getirmeyi amaçlamaktadır. Protoplast çalışmalarının temel amacı bir adet hücreden bitki elde edebilmektir. Protoplast kültüründe izolasyondan sonra hücre duvarının rejenerasyonu, mitoz bölünmenin başlaması, kallus oluşumu ve bitki rejenerasyonu başarıyı etkileyen faktörler arasında yer almaktadır (Babaoğlu ve ark., 2004).

Protoplast kültürü, uzaktan akraba bitkilerin somatik hibridizasyonunu ve gen aktarımı için oldukça önemli bir tekniktir. Hücre duvarını sindiren enzimlerin (selüloz, pekninaz gibi) keşfedilmesiyle protoplastlar hücre süspansiyonlarından, yaprak ve petiol dokularından kolaylıkla izole edilmiştir (Gürel, 2000). Protoplast kültürü ve somatik melezleme bitki ıslahında daralan genetik varyabiliteyi genişletmede ön plana çıkan metotlar arasında yer almaktadır.

7.2.4. Somaklonal vasyasyon

Kallus oluşturan veya totipotent (tek hücreden yeni bir birey oluşturma) olup yeni bitkiler meydana getirebilen hücreler uzun süreli kültürlerde veya kısa süreli yüksek bitki büyüme düzenleyicileri içeren ortamlarda bu

özelliklerini (kompotens) kaybedebilmektedirler. Bu hücrelerden oluşan yeni bitkilerde gen veya kromozom bozuklukları sonucu kalıtsal ve fenotipik varyasyonlar (somaklonal varyasyon) ortaya çıkmaktadır. Bu varyasyonlar, yeni çeşit geliştirmede ıslahçılar tarafından kullanılmaktadır (Babaoğlu ve ark., 2004). Varyasyon sonucu ortaya çıkan değişiklikler arasında, bazı pigmentlerin yapısındaki farklılaşmalar sonucu çiçek renginin, yaprak ve çiçek morfolojisinin, tohum veriminin, bitki canlılığı ve hastalıklara tolerans veya dayanıklılığın değişmesi sayılabilir. Bitki ıslahında doğal varyasyonun daraldığı veya varyasyon meydana getirmenin zor olduğu durumlarda avantajlı olarak değerlendirilen bu varyasyon yeni bir kaynak olarak görülmektedir.

7.2.5. Germplasm depolama

Değişen iklim koşulları, hızla artan dünya nüfusu ve farklılaşan insan ihtiyaçları gereği genetik materyalin korunması oldukça önemlidir. Değişen koşullara ve ihtiyaçlara yönelik yapılacak ıslah çalışmalarında ve gelecek nesillere aktarılması noktasında genetik çeşitliliğin korunması gerekmektedir.

Kısa ve orta süreli depolama için bitki dokularının *in vitro* ve nitrojen içerisinde dondurularak daha uzun süre depolamak için kullanılabilir. Düşük sıcaklıklar ıslah materyallerini (CMS, O-tip hatlar, tetraploid tozlayıcılar) germplazm muhafasazı yöntemi ile yıllarca korunabilmektedir. Şeker pancarında sürgün uçlarının saklanması, uzun süreli depolamaya, depolanan germplazmın fenotipik ve genotipik özelliklerin stabilitesine, minimum depolama alanı ve bakım işleri kolaylığı bakımından idealdir (Gürel ve ark., 2000).

7.3. Genetik transformasyon teknikleri

Şeker pancarında geleneksel ıslah teknikleri, genotip×çevre etkileşimleri, şeker pancarı genomik yapısının karmaşık olması, kromozomal anormallikler, poligenik karakterler, iklim koşullarındaki dalgalanmalara bağlı hastalık ve zararlıların değişimi gibi faktörler ile sınırlandırılmıştır (Biancardi ve ark., 2005). Bu nedenle, genetik transformasyon teknikleri, şeker pancarında geleneksel ıslah yaklaşımlarının sınırlamalarına ve eksikliklerine bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Bu kapsamda *Agrobacterium tumefaciens*, *A. rhizogenes* bakterileri ile gen aktarımı, partikül bombardımanı,

elektroporasyon, somatik hibridizasyon ve sonikasyon tekniklerinin kullanımı son yıllarda gelişme göstermiştir (Lathouwers ve ark., 2005). Stabil transgenik bitkilerin geliştirilmesi ve ilerlemesi için uygun bir *in vitro* rejenerasyon sistemi her zaman zorunlu olmaktadır (Smigocki ve ark., 2008).

7.3.1. *Agrobacterium* ile gen aktarımı

Günümüzde bitkilere gen aktarımında en yaygın olarak kullanılan araç *Agrobacterium tumefaciens* ve *A. Rhizogenes*' in bakterileridir. Şeker pancarının *Agrobacterium* türüne eğilimi yüksektir (Kagami ve ark. 2015). Gen aktarımında çeşitli bitki kısımları, protoplastlar, hücre süspansiyonları ve kallus dokuları eksplant olarak kullanılabilir. Bitkilere aktarılmak istenen genlerin kodlandığı vektörü taşıyan *Agrobacterium* sıvı bakteri ortamında büyütülür. Kullanılacak bitki eksplantları sıvı bitki rejenerasyon ortamında seyreltilmiş olan bakteri kültürleriyle belirli süre inoküle edilir. İnoküle edilen eksplantlar daha sonra katı bitki rejenerasyonu ortamına alınır ve 48-72 saat süreyle kültüvasyona tabi tutulur. Ardından bakteri gelişimini engelleyen, gen aktarımı yapılan hücrelerin gelişmesine izin veren seçici bir bileşik içeren bir rejenerasyon ortamına aktarılır. Bu eksplantlardan birkaç hafta sonra kallus, somatik embriyolar veya sürgünlerin gelişimi gözlemlenir. Köklendirme için yine antibiyotik ve seçici bileşik içeren köklendirme ortamına aktarılarak köklendirilir. Köklenen bitkiler saksılara alınarak gerekli bakım işlemleri uygulanarak tohum eldesi sağlanır (Kadioğlu, 2016).

Teknik, şeker pancarında çoğunlukla herbisit toleransı ve hastalıklara dirençli çeşitlerin ıslahında kullanılmaktadır (Snyder ve ark., 1999). *A. rhizogenes* bakterisi ile yapılan bazı çalışmalarda şeker pancarında, patojen *Polymyxa betae* ile konukçu-parazit etkileşimlerini inceleyen araştırmalar (Desoignies ve Legreve, 2011), pancar nekrotik sarı damar virüsü hastalığı için önemli gelişmeler sağlamıştır. *Agrobacterium* aracılığıyla gen aktarımı stabil bir üretim ve ekonomik özelliklere odaklanarak hedeflenen çalışmalara önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır.

7.3.2. Partikül bombardımanı (Biyolistik)

Bu yöntemin esası, yüksek derecede hızlandırılmış mikro-taşıyıcı adı verilen 1-2 µm çapındaki metal (çoğunlukla altın ya da tungsten) partiküller aracılığıyla, bir ateşleme mekanizmasından yararlanılarak DNA'nın hedef dokulara aktarılmasıdır. Partiküller hücre içerisine girdikten sonra DNA'lar bitki genomuyla birleşmektedir. Partikül bombardımanı metoduyla DNA parçası yerine doğrudan faj veya bakteri hücreleri hedef dokuya transfer edilebilmektedir.

Şeker pancarında partikül bombardımanı, diğer bitkilere göre daha az çalışılmıştır. Bunun en önemli sebebi şeker pancarı rejenerasyon yeteneğinin düşük olmasıdır (Basso ve ark., 2020; Šutković ve ark., 2021). İlk araştırmalar, eksplant türleri, parçacık boyutları, enjeksiyon basıncı gibi konuları optimize etmeye odaklanmıştır (Önde ve ark., 2000). Günümüze kadar olan çalışmalar şeker pancarında ihtiyaca yönelik yeni şeker pancarı çeşitlerinin elde edilmesi amacıyla yürütülmektedir (Ivic ve Smigocki, 2001; De Marchis ve ark., 2009).

7.3.3. PEG ile gen transferi

Polietilen glikol (PEG), polivinil alkol veya kalsiyum fosfat gibi kimyasal maddelerle protoplastların hücre zarlarının geçirgenlikleri geri dönüşümlü olarak artırılabilir. Bu teknikte gen transferi için protoplastlar, DNA ve kimyasal maddeler hep birlikte inkübe edilmektedir. Bitki ıslahı açısından önemli bir teknik olmasına rağmen uygun rejenerasyon altyapısının olmaması bu yöntemi sınırlandırmaktadır (Mukherjee ve Gantait, 2023).

7.3.4. Elektroporasyon ile gen transferi

Süspansiyon halindeki protoplastlara yüksek voltajlı elektrik akımı uygulandığında hücre zarının geçirgenliği geri dönüşümlü olarak artar ve mikroporlar oluşmaktadır. Elektroporasyon sırasında protoplastların bulunduğu solüsyonda DNA da bulunduğu için membranda açılan porlardan DNA hücre içine girmekte ve ardından porlar kapanarak hücrenin bütünlüğü sağlanmaktadır. Uygun bir ozmotik hücre süspansiyonunda bulunan hücre duvarı olmayan protoplastlar, elektroporasyon ile gen transferi için ideal olmaktadır (Özyigit 2020; Šutković ve ark. 2021). Yapılan çalışmalar ile şeker

pancari elde etmede ve uygun bir protokolün optimizasyonunda elde edilen başarılı sonuçlar (Gürel ve ark., 2008) ve Elektroporasyon ile başarılı gen transferi çalışmaları (Al-Nema ve Al-Mallah, 2018) bahsedilen tekniği destekler niteliktedir.

Kaynaklar

- Al-Nema, Q.S., Al-Mallah, M.K. (2018). Obtaining heterokaryons following electrical fusion between mesophyll and transformed hairy roots protoplasts of sugarbeet. *Mesopotamia Environmental Journal*, (Special Issue).
- Babaoğlu, M., Gürel, E., Özcan, S. (2004). Bitki Biyoteknolojisi-I Doku Kültürü ve Uygulamaları. Selçuk Üniversitesi Vakfı Yayınları, Konya.
- Basso, M.F., Arraes, F.B.M., Grossi-de-Sa, M., Moreira, V.J.V., Alves-Ferreira, M., Grossi-de-Sa, M.F. (2020). Insights into genetic and molecular elements for transgenic crop development. *Frontiers in Plant Science*, 11: 509.
- Baydar, H. (2021). Bitki Islahı ve Genetiği. Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Biancardi, E., Campbell, L.G., Skaracis, G.N., DeBiaggi, M. (2005). Genetics and Breeding of Sugar Beet. Science Publishers, USA.
- Biancardi, E., Panella, L. W., Lewellen, R.T. (2012). Beta maritima. In *The Origin of Beets*. Springer, New York.
- Bliss, F.A., Gabelman, W.H. (1965). Inheritance of male sterility in beets, *Beta vulgaris* L. *Crop Science*, 5(5): 403-406.
- Bosemark, N.O. (1972). Studies of cytoplasmic male sterility in sugar-beet report of an iirb joint study. *IIRB*, 5(4): 232.
- Bosemark, N.O. (1993). Genetics and breeding. In *Sugar Beet* (pp.67-119). Blackwell Publishing, United Kingdom.
- Bosemark, N.O. (2006). Genetics and Breeding. In *Sugar Beet*. Blackwell Publishing, United Kingdom.
- Bosemark, N.O. (1971). Use of Mendelian Male-Sterility in Recurrent Selection and Hybrid Breeding in Beets. In *Proceedings of the Eucarpia-Fodder Crops Section, Lusignan*. France.
- De Marchis, F., Wang, Y., Stevanato, P., Arcioni, S., Bellucci, M. (2009). Genetic transformation of the sugar beet plastome. *Transgenic Research*, 18: 17-30.
- Desoignies, N., Legreve, A. (2011). In vitro dual culture of *Polymyxa betae* in *Agrobacterium rhizogenes* transformed sugar beet hairy roots in liquid media. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 58: 424–425.

- Dirim, E., Arslan, M., Say, A. (2022). Şeker Pancarı (*Beta vulgaris*) ve Yabani Akrabalarında Genom Dizileme Güncel Yaklaşımlar. *Erciyes Tarım ve Hayvan Bilimleri Dergisi*, 5(2): 56-61.
- Ellialtıoğlu, Ş., Sarı, N., Abak, K. (2000). Haploid bitki üretimi. *Bitki Biyoteknolojisi*, 1: 137-189.
- Er, C., Uranbey, S., Gümüşay, G. (2000). Progeny test of monogerm plants segregated in f2 generation by crossing of multigerm and monogerm sugar beet lines. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 9(1-2).
- Erdal, M. (2001). Şeker pancarında O-Tip bitki araştırması. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 25: 65-69.
- Ertürk, E., Ağır, H.B. (2022). Yield and quality characteristics, and profitability of some winter–summer sugar beet varieties in Kahramanmaraş conditions. *Sugar Tech*, 24(5): 1461-1469.
- Eştürk, Ö. (2018). Türkiye’de şeker sektörünün önemi ve geleceği üzerine bir değerlendirme. *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*, 2(1): 67-81.
- Genç, İ., Yağbasanlar, T. (2002). Bitki Islahı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana.
- Güngör, H.H., Bayraktar, M., Gürel, A. (2022). Bitki doku kültürlerinde ince hücre tabaka (TCL) kültür sistemi. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 449-460.
- Gürel, E., Gürel, S., Lemaux, P.G. (2008). Biotechnology applications for sugar beet. *Critical Reviews in Plant Sciences* 27: 108–140.
- Gürel, S., Gürel, E., Kaya, Z. (2000). Doubled haploid plant production from unpollinated ovules of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Plant Cell Reports*, 19: 1155-1159.
- Ivic, S.D., Smigocki, A.C. (2001). Evaluation of the biolistic transformation method for commercially important sugar beet breeding lines. In *Proc. 31st Meeting of the American Society of Sugar Beet Technologists*, Vancouver (Vol. 207).
- Kadioğlu, A. (2016). Bitki Fizyolojisi (6.Baskı), Gündüz Ofset Matbaacılık ve Yayıncılık, Trabzon.
- Kagami, H., Kurata, M., Matsuhira, H., Taguchi, K., Mikami, T., Tamagake, H., Kubo, T. (2015). Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.). In *Agrobacterium Protocols. Methods in Molecular Biology*, Springer, New York.

- Lathouwers, J., Weyens, G., Lefebvre, M. (2005). Transgenic research in sugar beet. In *Genetic modification in sugar beet* (pp. 5–24). International Institute of Beet Research, Brussels, Belgium.
- Le Cohec, F. (1969). Les possibilités d'amélioration de la betterave fourragère (*Beta vulgaris* L.). *Ann Amélior Plantes*, 19: 169-211.
- Leys, M., Petit, E.J., El-Bahloul, Y., Liso, C., Fournet, S., Arnaud, J.F. (2014). Spatial genetic structure in *Beta vulgaris* subsp. *maritima* and *Beta macrocarpa* reveals the effect of contrasting mating system, influence of marine currents, and footprints of postglacial recolonization routes. *Ecology and Evolution*, 4(10): 1828-1852.
- Mall, A.K., Misra, V., Singh, B.D., Pathak, A.D. (2020). Quality seed production of sugar beet in India. *Advances in Seed Production and Management*, 139-159.
- Misra, V., Shrivastava, A.K. (2022). Understanding the Sugar Beet Crop and Its Physiology. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* (pp. 11-25). Springer, Singapore.
- Mukherjee, E., Gantait, S. (2023). Genetic transformation in sugar beet (*Beta vulgaris* L.): technologies and applications. *Sugar Tech*, 25(2): 269-281.
- Owen, F.V. (1945). Cytoplasmically inherited male-sterility in sugar beets. *Journal of Agricultural Research*, 71: 423-440.
- Önde, S., Birsin, M., Yıldız, M., Sancak, C., Özgen, M. (2000). Transfer of a beta-Glucuronidase Reporter Gene to Sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) Via Microprojectile Bombardment. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24(4): 487-490.
- Özen, H.Ç., Onay, A. (2013). Bitki Fizyolojisi (2. Baskı), Hazar Reklam Matbaacılık ve Yayıncılık, Ankara.
- Özyigit, I.I. (2020). Gene transfer to plants by electroporation: Methods and applications. *Molecular Biology Reports*, 47: 3195–3210.
- Richardson, K. (2010). Traditional breeding in sugar beet. *Sugar Tech*, 12: 181-186.
- Shaw, B., Thomas, T.H., Cooke, D.T. (2002). Response of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to drought and nutrient deficiency stress. *Plant Growth Regul.*, 37:77–83.

- Smigocki, A., Campbell, L., Larson, R., Wozniak, C. (2008). Sugar Beet. In *Compendium of Transgenic Crop Plants: Transgenic Sugar, Tuber and Fiber Crops*, (pp. 59–96), Blackwell Publishing, UK.
- Snyder, G.W., Ingersoll, J.C., Smigocki, A.C., Owens, L.D. (1999). Introduction of pathogen defense genes and a cytokinin biosynthesis gene into sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) by *Agrobacterium* or particle bombardment. *Plant Cell Reports*, 18: 829-834.
- Sparkes, D. (2003) Growth and development, field crops. In *Encyclopedia of Applied Plant Sciences* (pp 595–600). Elsevier Academic Press, Amsterdam.
- Speckmann, G.J., Van Geyt, J.P.C., Jacobs, M. (2019). The induction of haploids of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) using anther and free pollen culture or ovule and ovary culture. In *Genetic Manipulation in Plant Breeding*. De Gruyter, Almanya.
- Srichuwong, S., Arakane, M., Fujiwara, M., Zhang, Z., Takahashi, H., Tokuyasu, K. (2010). Alkali-aided enzymatic viscosity reduction of sugar beet mash for novel bioethanol production process. *Biomass and Bioenergy*, 34(9): 1336-1341.
- Šutković, J., Hamad, N., Glamočlija, P. (2021). The methods behind transgenic plant production: A review. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 9(4): 845-853.
- Tosun, M., (2015). Bitki Islahı. Atatürk Üniversitesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Zicari, S., Zhang, R., Kaffka, S. (2019). Sugar Beet. In *Integrated processing technologies for food and agricultural by-products* (pp. 331-351). Academic Press, United Kingdom.

BÖLÜM 8

ŞEKER PANCARI HASTALIKLARI

Arş. Gör. Muhammed TATAR¹

Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÖLMEZ²

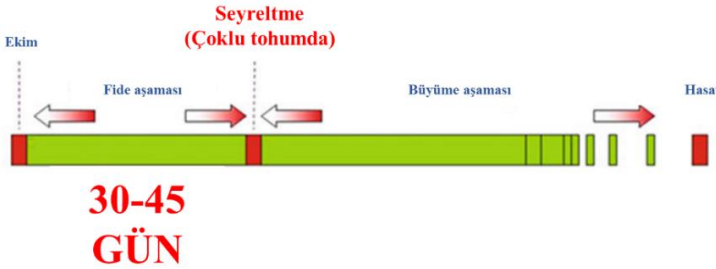
DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206176>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye, E-mail: mtatar@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8312-8434

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

Şeker Pancarı Hastalıkları

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) ticari 30° ila 60° kuzey enlemleri arasında sıcak bölgelerde yetiştirilmektedir. Şeker pancarı, şeker kamışından sonra ikinci şeker kaynağıdır (sakaroz); dünyanın şeker ihtiyacının yaklaşık %40'ını karşılamaktadır. Şeker pancarı ise şeker kamışında olduğu gibi şekerli sapsalarda değil köklerde depolar. Diğer ürünlerde olduğu gibi birim alandaki bitki yoğunluğu şeker pancarı üretimini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. İdeal şeker pancarı bitkisi sayısı, hektar başına 60-70 ton kök verimi verecek şekilde hektar başına 72 ila 96 bin bitki arasında değişmektedir (Pervin ve Islam, 2015). Çeşitli fungal patojenler kültür bitkisi sayısını azaltabilir ve özellikle fide dönemindeki çökerten/solduran hastalıkları ve büyüme sırasındaki kök çürüklüğü hastalıkları olmak üzere tüm bitki dönemlerinde önemli ekonomik kayıplara neden olabilir. Şeker pancarının her bitki döneminde bitki sağlığını etkileyen bazı patojenler bulunmaktadır. Yaprak hastalıkları (yaprak lekesi, pas, külleme ve viral hastalıklar) köklerin kalitesi kadar şeker üretimini de etkiler. Şeker pancarının, fide aşaması (ekim tarihinden itibaren 30-45 gün), büyüme aşaması ve yeniden ekim aşaması (hasattan 1 ay önce başlar) olmak üzere üç ana yetiştirme aşaması vardır (Şekil 1).



Şekil 1. Şeker pancarı yetiştirme aşaması (Esh ve Taghian, 2022)

Bitki gelişiminin **erken bir aşamasında**, birçok toprak kaynaklı patojen *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces cochlioides* ve *Pythium ultimum* gibi şeker pancarı tohumlarına ve fidelerine saldırır. Çıkış öncesi ve çıkış sonrası solmasına neden olmaktadır. **Büyüme aşamasında**, kökler ve yapraklar çok sayıda mantar, bakteri ve viral patojen tarafından bağlanır. *Rhizoctonia solani*, *Sclerotium rolfsii* *Aphanomyces cochlioides*, *Fusarium* spp., *Pythium ultimum*

ve *Pectobacterium carotovorum* kök çürüklüğü hastalıklarına neden olan köklere saldırır. *Cercospora beticola*, *Ramularia betae*, *Alternaria tenuis*, *Phoma betae*, *Uromyces betae* ve *Erysiph polygoni*, büyüme döneminde yapraklara zarar veren ve ciddi hasat kayıplarına yol açan yaprak lekesi hastalıklarına neden olabilmektedir. (Zachow ve ark., 2010). **Hasat sonrası aşamada**, *Fusarium* spp. türleri ve diğer birçok saprofitik fungus ve bakteri cinsi, depo kök çürümesiyle kök kalitesine etkisinden dolayı şeker veriminde potansiyel kayıplara yol açabilmektedir (Liebe ve ark., 2016). Fungus ve virüs hastalıkları, şeker pancarı ürününün gelişmesinde önemli bir rol oynamış ve bugün günümüzde halen bazı alanlarda üretim üzerinde büyük bir kısıtlama oluşturmaktadır. Şeker pancarı, böcekler, mantarlar, nematodlar, tohumlar ve/veya fiziksel temas yoluyla bulaşabilen bir dizi farklı virüse karşı hassastır. Tüm bu virüsler, kök mahsulün potansiyel verimini azaltabileceği gibi, şekerin işlemci tarafından ekstrakte edilebilirliğini de (etkileyebilir) azaltabilir. Rhizomania'ya neden olan Pancar nekrotik sarı damar virüsü (BNYVV) gibi bazı virüsler, dünyanın yoğun şeker pancarı üreten bölgelerinde şeker verimine ciddi şekilde zarar verir ve bu virüs kısmen dirençli çeşitler kullanılmadığı takdirde pancarın nerede yetiştirilebileceğini belirleyebilir. Moleküler biyolojideki ilerlemeyle, ekonomik açıdan önemli şeker pancarı virüslerinin çoğu tam olarak karakterize edilmiş ve DNA veya RNA genomları dizilenmiştir. Bu virüslerin bitkiler ve vektörleri ile nasıl etkileşime girdiğini ve gelecekte nasıl daha verimli bir şekilde kontrol edilebileceğini anlamada özellikle yararlı olmuştur. Bu gibi ilerlemeler, hem yeni viral türlerin tanımlanması ve şeker pancarı virüslerinin aynı bitki içinde nasıl etkileşebileceğinin yanı sıra belirli virüslerin ve suşlarının/ırklarının taksonomik konumunu netleştirmeye yardımcı olan oldukça spesifik/hassas serolojik ve moleküler teşhis yöntemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu bölümde şeker pancarı ve sakaroz üretimini nicel ve nitel olarak etkileyen ekonomik kök hastalıkları ve yaprak hastalıkları detaylı olarak ele alınmıştır. Ülkemiz şeker pancarında ekonomik açıdan önemli hastalıklar *cercospora* yaprak leke hastalığı (*Cercospora beticola*), şeker pancarında çökerten/kök yanıklığı (*Rhizoctonia solani* Kühn., *Phoma betae* A.B. Frank (syn. *Pleospora bjoerlingii* Byford.) *Pythium* spp., *Fusarium* spp.) ve şeker pancarında külleme (*Erysiphe betae* (Vaňha) Weltzien (synonym: *Erysiphe polygoni*))'dir.

Ekonomik anlamda zarara neden olmayan hastalıklar için ise kısa bilgi sunulmuştur.

1. Yaprak Hastalıkları

1.1 Yaprak lekeli hastalıkları

1.1.1 *Cercospora* yaprak leke hastalığı (*Cercospora Leaf Spot-CLS*)

Hastalık dünyada şeker pancarına en çok zarar veren yaprak hastalığı olarak bilinmektedir. Hastalık, hastalığın epidemisi şiddetine bağlı olarak önemli verim ve şeker içeriği kayıplarına neden olabilmektedir. Kök verim kayıpları yaklaşık yüzde 20-25 ve şiddetli epidemilerde yüzde 42'ye kadar ulaşabilmektedir (Smith ve Ruppel, 1973). Shane ve Teng (1992) ve Byford (1996), lekelerin yaprak alanının yüzde 3'ünü kaplamasıyla verimin yüzde 3 azaldığını bildirmiştir. Hastalık yapraklara zarar verdiği için, bitkilerin fotosentetik kapasitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip ve meyve suyundaki safsızlıkları artırarak şekerin ekstrakte edilebilirliğini azaltarak verim miktarını ve kalitesini düşürmektedir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

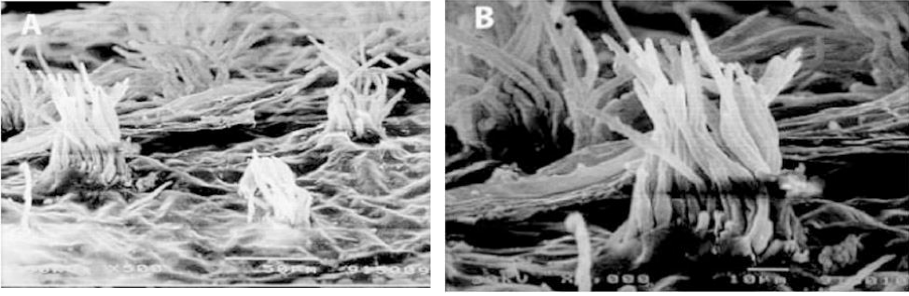
Cercospora beticola Sacc. Mycosphaerellaceae'de bir askomisetir (Stewart ve ark., 1999). Hifler, hiyalin ile soluk zeytinli kahverengi, bölmeli, 2-4 µm çapındadır. Konukçuda, hifler hücreler arası büyür ve kümeler halinde konidioforların taşındığı subtomatal boşluklarda pseudostromata oluşturur. Konidioforlar 10-100 µm (çoğunlukla 46-60 µm) × 3-5,5 µm, dallanmamış, düz veya esnek, hafif genikulat, az bölmeli, tabana yakın yerde soluk kahverengidir. Conidia, 20-200 × 2,5-4 µm (çoğunlukla 36-107 × 2-3 µm), düz duvarlı, düz ile hafif kavisli, hiyalin, iğnemsiz, kesik tabandan kademeli olarak inceltirilmiş şekilde ve 3-14 (bazen yukarı doğru) ile 24 septa bulunmaktadır. *C. beticola*'nın herhangi bir cinsel evresi bilinmemekle birlikte, DNA dizisi analizi olası bir Mycosphaerella teleomorfunu göstermektedir (Stewart ve ark., 1999; Goodwin ve ark., 2001) (Şekil 2).



Şekil 2. Şeker pancarı *Cercospora beticola*; a) konidia üretimi-c, pseudostroma-ps; b) mezofilde hiyalin miselyum-hm, substomatal boşlukta melanize psödostroma-ps; c) yaprak yüzeyinde konidioforlar-cph. (Oerke ve ark., 2019)

Fungus, geçen sezonun enfekteli yaprak döküntülerinde yaklaşık 2 yıl boyunca tarlalarda varlığını sürdürür ve ana enfeksiyon kaynağıdır; öte yandan enfeksiyon, konidia veya stomalar yoluyla diğer enfekte konukçulardan rüzgâr, yağmur damlaları veya böcekler yoluyla bulaşabilir (Franc, 2010). Konidyumdan çimlenen appressoria yapısı, stoma yoluyla yaprak dokusuna nüfuz eder, daha sonra büyüyerek hücreler arası dokuyu kolonize eder ve bir süre sonra büyüyen miselyumu çevreleyen hücreler, fungus tarafından üretilen selülaazlar ve pektinazlar gibi hidrolitik enzimlerin yanı sıra ışığa duyarlı hale getiren bir bileşik (fotoaktif toksin) Cercosporin ve beticolin nedeniyle ölür (Rossi ve ark., 2000). *Cercospora* yaprak lekesi belirtileri, kırmızımsı kahverengi bir sınırın ortasında ayrı bir 0.3-0.5 cm ten rengi, nekrotik beneklerin görünümü olarak ifade edilmektedir (Mulder ve Holliday, 1974). *Cercospora* yaprak lekesi, ilk önce yaşlı yapraklarda gelişen sınırlı, dairesel lekeler (2-5 mm) ile karakterize edilir (Ruppel, 1986). Kalp yaprakları genellikle lezyonsuzdur. Lezyonlar, koyu kahverengi veya kırmızımsı-mor kenar boşlukları ile ten rengi ile açık kahverengidir. Yaprak saplarında uzamış lezyonlar oluşur ve açıkta kalan şeker pancarı taçlarında lezyonlar oluşabilir (Giannopolitis, 1978). Küçük siyah noktalar (pseudostromata) genellikle olgun lezyonların merkezinde görülür. Nemli koşullar altında, noktalar konidioforlar

ve konidyumlarla gri kadifemsi hale gelir. Noktalar bölgesi görünebilir veya hastalık ilerledikçe bireysel noktalar birleşerek geniş alanlar oluşturur veya tüm yapraklar nekrotik hale gelir. Yanık yapraklar sonunda çöker ve yere düşer, ancak tepeye bağlı kalır. Yaşla birlikte koyulaşan birleşmiş nekrotik alanlar; hastalık belirtisi daha yaşlı yapraklarda başlar, ancak ilerledikçe daha genç yapraklarda da görülür. Enfekte olan yaprak geniş nekrotik alanlarla kaplanırsa yaprak kurur ve ölür, bu da yaprak dökümüne neden olur (Hudec ve Rohacik, 2002). Tohum kümeleri dahil, tohumlu bitkilerin tüm toprak üstü kısımları etkilenir. Yaprak dokusunun ölü hücreleri, *C. beticola* enfeksiyonunun özelliği olan yaprak lekelerinin görünümünü verir. Konidioforlar, yeni konidyumları taşıyan nekrotik noktanın ortasındaki stomadan daldırılır (Weiland ve Koch, 2004; El-Kholi ve Esh, 2011). (Şekil 3).



Şekil 3. Konidioforların stomadan yeni konidyumlar taşıyan nekrotik noktanın ortasına daldığını gösteren taramalı elektron mikrografları (Esh ve Taghian, 2022)

Batık yeni konidia, hava ve yağmur böcekleri tarafından aynı yaprak veya bitki üzerindeki diğer enfeksiyon bölgelerine veya diğer bitkilere konidiofordan ayrılmaya başlar. Fungus büyüme mevsimi boyunca polisiklik bir şekilde 4-5 kez hastalık döngüsüne sahip olabilir ve her döngüde inokulum yoğunluğunda dikkate değer bir artış olur. (Franc, 2010; El-Kholi ve Esh, 2011) (Şekil 4).



Şekil 4. *Cercospora* yaprak lekesi hastalığının A-F gelişim aşaması ve simptomu (Esh ve Taghian, 2022; Anonim, 2023a)

Cercospora fungusları, hem monokot hem de dikot kapalı tohumluları, açık tohumluları ve hatta eğrelti otları gibi bazı alt bitkileri enfekte eden diğer birçok bitki patojenik mantardan çok daha geniş bir konukçu aralığına sahiptir. *Cercospora* fungusları, şeker pancarı, mısır, soya fasulyesi, kahve ve yer fıstığı gibi başlıca mahsullerin yanı sıra sebze ve süs bitkilerini de enfekte eder. *C. beticola* izolatları arasında da çok sayıda morfolojik, fizyolojik ve genetik çeşitlilik vardı (Groenewald ve ark., 2006, 2007; Esh ve Moghaieb, 2011). *Cercospora*, filogenetik analizle doğrulandığı üzere eşeysiz bir cinistir (Goodwin ve ark., 2001).

Mücadele:

Hastalığa dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin yetiştirilmesinin yanı sıra ürün rotasyonu ve toprak işleme, inokulumu azaltmak için kullanılmaktadır (Miller ve ark., 1994). Şeker pancarı, *Cercospora* yaprak lekesine karşı dört veya beş direnç genine sahiptir (Smith ve Gaskill, 1970). Smith ve Campbell'e (1996) göre, yüksek verimli ve hastalık direncine sahip bir şeker pancarı çeşidi geliştirme şansı sınırlıdır. Sonuç olarak, ticari türler her zaman orta düzeyde *Cercospora* direnci içerir ve hastalıkla savaşmak için fungusitlerin kullanılmasını gerektirir (Miller ve ark., 1994). Hastalık, çeşitli sistemik ve sistemik olmayan fungusitlerle tedavi edilir. *Cercospora b.* ise yoğun ve düzenli uygulandığında fungusite dayanıklı ırklar üretebilmiştir (Weiland ve Koch, 2004). Fungisit toleransından kaçınmak için farklı etki biçimlerine sahip çeşitli

fungisitlerin kullanılması önem arz etmektedir. Sulanan alanlarda ürün rotasyonu (2-3 yıllık rotasyon), yabancı ot yönetimi ve azotlu gübreleme ile suyun ayarlanması, hastalık etki alanını ve şiddetini önlemeye ve azaltmaya yardımcı olur (Meriggi ve ark., 2000; Rangel ve ark., 2020). *Bacillus subtilis*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens* ve *B. mycooides*, şeker pancarı üzerinde *C. beticola*'ya karşı biyokontrol ajanları olarak bildirilmiştir (Douglas ve ark., 2003; Larson, 2004; Taghian ve ark., 2008; Esh ve ark., 2011a, b). Larson (2004), bir *Bacillus mycooides* izolatının etkisinin, kimyasal fungusitin *cercozpora* yaprak lekesi üzerindeki etkisine eşdeğer olduğunu bildirmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'de şeker pancarı *C. beticola* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 640 g/l Kükürt + 80 g/l Metalik Bakıra Eşdeğer Tribazik Bakır Sülfat (500 ml / da), 100 g/l Azoxystrobin + 80 g/l Tetraconazole (125 ml/da), 400 g/l Tea tree oil + 200 g/l Difenconazole (30 ml/da), 200 g/l Azoxystrobin + 150 g/l Prothioconazole (100 ml / da), 250 g/l Prothioconazole (80 ml/da), 175 g/l Prothioconazole + 125 g/l Difenconazole (100 ml/da) şeklindedir (Anonim, 2023b).

1.1.2 *Ramularia* yaprak leke hastalığı (*Ramularia Leaf Spot-RLS*)

Ramularia yaprak lekesi hastalığı, şeker pancarının serin, nemli (yağmurlu) iklimlerde yetiştirildiği Kuzey Amerika (ABD ve Kanada), Avrupa (Kuzey ve Doğu) ve Rusya'da bulunur. Genellikle büyüme mevsiminin sonlarında ortaya çıkar ve ekonomik olarak zarar vermez (Byford, 1996). Hastalık %10'a varan verim kayıplarına ve şeker oranında %1'lik bir azalmaya neden olabilmektedir (Baltaduonytė ve ark., 2013).

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Filamentli yapıya sahip mantar *Ramularia beticola*, *Ramularia* yaprak lekesi hastalığının patojenidir. Fungus, Ascomycota şube ve Mycosphaerellaceae familyasına aittir (Asher ve Hanson, 2006). Yaprak stomalarında büyüyen bir Deuteromycete mantarı olan *Ramularia beticola* Fautr ve Lambotte'nin konidioforları kümelenmiş, kısa, subhiyalin ila hiyalin ve belirgin konidial izlere sahiptir. Conidia (8,2 × 1,5 µm) hiyalin silindirikdir. Genellikle kısa zincirlerden oluşur; tipik olarak iki hücrelidirler, ancak çoğu tek

hücrelidir ve birkaçında üç hücre olabilir. Conidia ve hifler muhtemelen kışı enfekteli ekin artıklarında geçirirler. Yüksek bağıl nem ve düşük sıcaklık (17-20 °C) koşullarında, konidia çimlenir ve stomalardan yapraklara nüfuz eder. 17 °C'de semptom gelişimi için kuluçka süresi 16-18 gündür. *Ramularia* yaprak lekesi hastalığı gelişimi, 17 °C civarında soğuk sıcaklıklar gerektirir ve yüzde 95'in üzerindeki hava nemi hastalık gelişimi için elverişlidir. 17 °C'de yaprakta semptomlar ortaya çıkmadan önce konukçu içinde hastalığın gelişmesi yaklaşık 14 gün sürerken 25 °C'de hiçbir semptom görülmez (Baltaduonytė ve ark., 2013). Yaprak lekeleri açık kahverengidir. *Cercospora*'nın neden olduklarından daha büyük (4-7 mm çapında) ve daha köşelidir. Lezyonların kenarları koyu kahverengiyle kırmızimsı kahverengi olabilir ya da olmayabilir ve fungusun sporlanması üzerine merkezleri gümüşü griyle beyaza dönüşür. Kalıcı ıslak koşullar altında, lezyonlar genişler ve sonunda birleşerek sonunda yaprak ölümüne ve yaprak dökülmesine yol açmaktadır. Hastalık, bir önceki mevsimden kalan enfekteli pancar artıklarında hayatta kalabilir; ayrıca sporlar toprakta 1 yıl canlı kalabilir; ayrıca patojen tohum kaynaklı olabilir. Konidium filizlenir ve yaprak dokusuna doğal yaprak açıklıklarından (stomalar) girerek yaprak hücreler arası dokuda kolonize olur. Yaprak üzerindeki yaprak lekelerinin görünümü, yaprak dokusunun ölü hücrelerini temsil eder. Bir süre sonra, büyüme mevsimi boyunca nekrotik alanlarda stomalardan yeni konidyumlar taşıyan patojenin konidioforları ortaya çıkmaya başlar. Hastalık döngüsü, yeni üretilen konidilerin dağılmasıyla aynı bitki üzerinde veya bitkilerin yakınında birkaç kez tekrarlanır. *Ramularia* ve *Cercospora*'nın patojenitesi çok benzerdir. *Ramularia beticola* yaprak lekesi semptomları kırmızı sınır bölgesi olmaksızın *C. beticola*'dan daha büyük benekler oluşturur. Büyük noktaların ortasında daha küçük grimsi beyaz noktalar belirlemektedir (Asher ve Hanson, 2006) (Şekil 5). Yayılma esas olarak rüzgârla savrulan konidia ile olur, ancak fungus ayrıca yerel olarak sıçrayarak dağılabilir ve tohumla taşınabilmektedir.



Şekil 5. Şeker pancarında *Ramularia* yaprak lekesi hastalığı (Esh ve Taghian, 2022; Anonim, 2023c)

Mücadele:

Ramularia, kök bitkilerde nadiren ekonomik öneme sahiptir ve kontrol önlemleri genellikle garanti edilmez. *Cercospora* yaprak lekesi ile aynı etkili fungusitler, *Ramularia* yaprak lekesi için etkilidir. Ancak hastalık kontrolünün gerekli olduğu durumlarda bazı triazolollerin etkili olduğu gösterilmiştir (Byford, 1996). *C. beticola*'ya göre, *R. beticola*'da strobilurinler veya triazololler gibi fungusitlere karşı gelişen bir direnç göstermemiştir (Thachab ve ark., 2013).

1.1.3 Alternaria yaprak leke hastalığı (*Alternaria Leaf Spot-ALS*)

Alternaria türlerinin çoğu, yaygın saprofitlerdir ve bazı türler, bitki hastalıklarına, genellikle geniş bir konukçu aralığında yaprak yanıklığı veya yaprak lekesi gibi yaprak hastalıklarına neden olan bitki patojenleridir. Hastalık, şeker pancarı yetiştirilen hemen hemen tüm ülkelerde rapor edilmiştir. *Alternaria* hastalıkları ekonomik ürünlerde önemli kayıplara neden olabilir. Şeker pancarındaki *Alternaria* yaprak lekesi, *Alternaria*'nın farklı *Alternaria* spp. türlerinden kaynaklandığı bildirilmiştir. Dünyanın şeker pancarı yetiştiren ülkelerinden, *Alternaria alternata*, *A. brassicae*, *A. ashwinii*, *A. dilkushana* ve *A. tenuis* hastalığına neden olan farklı *Alternaria* türleri hakkında birçok rapor yayımlandı (Misra ve ark., 2020; Hudec ve Rohacik, 2002; El-Kholi ve ark., 1994; Mcfarlane ve ark., 1954).

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Alternaria cinsi, Pleosporaceae (Pleosporales, Dothideomycetes, Ascomycota) familyasına aittir (Lawrence ve ark., 2016). *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (syn. *A. tenuis* Nees) ve *A. brassicae* (Berk.) Sacc. konidial morfoloji ile ayırt edilebilir. *A. alternata*'nın konidiaları $9-42 \times 6-16 \mu\text{m}$, muriform, uzun zincirler halinde taşınır, eliptik veya ovale kabarık ve koyu renklidir, apikal gagası çok azdır veya hiç yoktur. *A. brassicae*'nininkiler $20-100 \times 8-18 \mu\text{m}$, muriform, tek başına (in vitro olarak bazen iki veya üç zincir halinde), kabarık, koyu renkli ve uzun, sivri apikal gagalara sahiptir. Soğuk, nemli koşullar altında yaprak lekesine neden olan iki *Alternaria* türünün neden olduğu yaprak lezyonları dairesel ile düzensiz, koyu kahverengi ile siyah, sıklıkla bölgedir ve 2-10 mm çapındadır. Siyahımsı fungus oluşumu ve konidia sıklıkla lezyonları kaplar. Farklı *Alternaria* türleri, taksonomik ve patojenik farklılıklarına rağmen şeker pancarında benzer simptomlara neden olmaktadır. Yapraklarda hastalık belirtileri olarak düzensiz veya dairesel koyu kahverengi lezyonlar görülür (Şekil 6). Lezyonlar daha sonra yaprakların ayrı paralel damarları içinde sınırlı kalır, ancak kademeli olarak genişleyerek damarlar boyunca birleşirler. Bazı şeker pancarı türleri beneklerin kenarlarında koyu kırmızı bir bölgeye sahip olabilir. Bazı şeker pancarı türleri beneklerin kenarlarında koyu kırmızı bir bölgeye sahip olabilir. Uzun süreli yüksek nem koşullarında, lekenin merkezinde, genellikle yaprağın arka yüzeyinde görülen mütevazı bir *Alternaria* sporları üretimi görülebilir. Bir hedef nokta efekti oluşturmak için, nokta merkezleri grileşir ve bir şekilde bölgelere ayrılır. Ölü merkezler daha sonra yırtılabilir ve kısmen düşebilir. Bu nekrotik yama, bitkinin tüm yaprakları kaybolana kadar devam edebilir. Benekli yapraklar sararır ve daha sonra ölürler. (El-Kholi ve ark., 1994; Misra ve ark., 2020). *Alternaria* konidiosporları rüzgâr veya yağmurla yayılır. Konidiosporlar yaprak yüzeyine inerek burada çimlenirler ve yaprak dokusuna nüfuz ederler. Hücreler arasında ve hücre içinde yaşarlar ve enfekteli yaprakta bir dizi koyu lekenin ortaya çıkmasına neden olan hidrolitik enzimler ve diğer metabolitleri salgırlar. İkincil enfeksiyon döngüleri, hava koşulları patojen için uygun olduğunda meydana gelebilmektedir. Enfekte olan yaprak sonunda düşerek patojeni bir sonraki sezon için koruyacaktır. Hastalık, fotosentez sürecinin potansiyelini azaltarak konukçu dokuları yok etmektedir. *Alternaria* türleri, patogenezele ilişkili toksinler ve mikotoksinler dahil olmak üzere çok çeşitli

ikincil metabolitler üretir (Frisvad ve ark., 2008; Ostry, 2008). *A. alternata*, özellikle *Beet mild yellowing virüs-BMYV* veya *Beet western yellows virüs-BWYV* (Russell, 1965) ile enfekte olmuş veya beslenme (özellikle magnezyum) eksikliği çeken şeker pancarı bitkilerinin yapraklarındaki klorotik intervenal alanları istila eden sekonder bir organizmadır. Birincil patojen *A. brassicae* tarafından indüklenen yaprak lekesi McFarlane ve ark. (1954) tarafından rapor edilmiştir.



Şekil 6. Şeker pancarında *Alternaria* spp. simptomsu (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

En etkili kontrol, *Alternaria* yaprak lekesinin kontrolü için bitkiler üzerinde tohum kaplama veya sprey olarak fungusitlerin kullanılmasıdır. Russell (1965), yine *Alternaria* ile enfekte olmuş virüs bulaşmış bitkilerde fungus ilacı spreylere ile artan şeker verimi elde etmiştir. *A. alternata* genellikle tohumda bulunur (Wright ve ark., 2003), ancak standart işleme ve fungusit işlemleriyle normal olarak yayılmaktadır. *Cercospora* yaprak lekesini kontrol etmeye yönelik etkili fungusitler, *Alternaria* yaprak lekesine karşı etkilidir. Sezon sonunda tarlalardan bitki artıklarının uzaklaştırılması gibi diğer hastalık mücadele faaliyetleri, bitkiler arasındaki boşlukları arttırır ve 2-3 yıl boyunca uygun ürün nöbeti kullanımı gerçekleştirilebilir.

1.1.4 Phoma yaprak leke hastalığı (*Phoma Leaf Spot -PLS*)

Phoma yaprak lekeli hastalığı, şeker pancarının tohum ve toprak kaynaklı bir hastalıktır. Hastalık, fotosentez aktivitesini azaltarak verim kalite ve miktarında önemli bir kayba neden olabileceği gibi, tohum çimlenmesi ve fide çıkışı üzerinde de olumsuz etki yapabilmektedir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Phoma yaprak lekesi hastalığına *Phoma betae* (Rostr.) neden olmaktadır (Bugbee, 1979). Fungusun mükemmel aşaması (cinsel aşaması) yakın zamanda Ascomycota şube, Pleosporale takımı ve Neocamarosporiaceae ailesine ait *Neocamarosporium betae* olarak tanımlanmıştır (Vaghefi ve ark., 2019). *P. betae*'nin neden olduğu fide sönümlemesine (*Phoma* fide hastalığı) ve kök çürümesine (*Phoma* kök çürüklüğü) ek olarak kök mahsulün yaprakları ve tohumlu bitkilerin sapları da enfekte olabilir. Mantar, fideler ve yapraklar da dahil olmak üzere şeker pancarı bitkilerinin kök sistemine saldırmaktadır. Büyüme mevsimi boyunca, doğal yaralar bitkiye giden en yaygın yoldur. Bitkiler abiyotik strese maruz kaldığında, hastalık ciddi hasara neden olabilir (Bugbee, 1979). Tohum saplarında, fungusun siyah piknidialarının grimsi lezyon merkezlerine gömüldüğü uzunlamasına lezyonlar gelişir (Mukhopadhyay, 1987). Simptomlar yaprağın üst yüzeyinde lekelerin oluşması ile başlar. Yapraklar enfekte olduğunda bireysel, açık kahverengi, 1-2 cm çapında, yuvarlak ila oval lezyonlar gelişir. Lezyonların içinde, çevreye yakın, küçük, küresel, siyah piknidyumların geliştiği eşmerkezli koyu kahverengi halkalar oluşur. Noktalar daha sonra küçük siyah noktalarla (piknidyum) kaplanır. Yaşlı yapraklar hastalıktan genç olanlardan daha fazla etkilenir. Hastalık ilerledikçe tacın yanında küçük, koyu renkli, kavernöz benekler oluşmaya başlar ve bir süre sonra suyla ıslanır. Noktanın rengi sonunda siyahımsı kahverengi bir renge dönüşür ve ana kök içine doğru yayılır. Hastalıklı ve sağlıklı dokular arasında siyah bir çizgi bulunur (Garibaldi ve ark., 2007) (Şekil 7). Hastalığın tarla içinde ve diğer tarlalara her yıl eşeyli evre sporlarının (askosporlar) neden olduğu yayılımı, önceki sezondan hastalıklı bitkilerin eski döküntüleri ve yabancı ot konukçuları üzerinde gelişmektedir. Sporlar yaklaşık 2 yıl bitki artıkları üzerinde kalabilir. Bununla birlikte, piknidyum tarafından üretilen kusurlu aşamadaki konidyumlar, tarlalardaki diğer sağlıklı bitkilere yağmur sıçraması, sulama veya mekanik olarak tarımsal ekipmanlarla yayılabilmektedir. Fungal konidiyumu, şeker pancarı tohumlarını enfekte edebilir; bazı raporlar tohum partilerinde %40-50 enfeksiyon olduğunu göstermiştir (Bugbee, 1979; Bugbee ve Soine, 1974). Hastalığın ilerleme mekanizmaları ve inokulum kaynaklarının salgınlara göreli katkısı araştırılmaktadır (Pethybridge ve ark., 2018). Chihara ve ark. (1983), *P. betae*'nin bitki dokuları için toksik olan ve enfekteli yapraklarda kahverengi

lekelerin ortaya çıkmasına neden olan betanon A, betanon B, betanon C (bitki dokuları için yüksek derecede toksik) ve afidicolin, 3-deoxyaffidicholine, afidicholine-17-monoacetic asit ve afidicholine-3, 18-orthoacetic asit yedi toksin ürettiğini bildirmişlerdir.



Şekil 7. *Phoma* yaprak lekesi hastalığı (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Cercospora yaprak lekesini kontrol etmeye yönelik etkili fungusitler, *Phoma* yaprak lekesine karşı etkilidir. Özellikle tohum bitkileri için en az 4 yıllık ürün rotasyonu ve *Chenopodium album* kontrolü önerilir (Bugbee ve Soine, 1974). Tohumda *P. betae* enfeksiyonu bulunmamalıdır. Hastalık nadiren kök bitkilerinde önemli ölçüde gelişir ve *Phoma* yaprak lekesini kontrol etmeyi hedefleyen fungusitler veya dirençli kùltivarlar geliştirilmemiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de şeker pancarı *P. betae* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusit aktif madde içeriği %80 Thiram ve dozu 400 g/100 kg tohum’dur (Anonim, 2023b)

1.1.5 Pas Hastalığı (*Uromyces beticola*)

Şeker pancarı pası hastalığı da özellikle enfeksiyon şiddeti çok yüksek olduğunda en önemli hastalıklardan biridir. Birkaç rapor, hastalığın verimi kök ağırlığının %15’i ve şeker içeriğinin %1’i kadar azalttığını göstermiştir (O’Sullivan, 1996). Pancar paslarının çoğu kuzey ve doğu Avrupa ülkelerinde (Byford, 1996), eski SSCB ve Asya ve Batı ABD ülkelerinde meydana gelir. Fide pası ABD’den bildirildi, ancak ekonomik bir öneme sahip değildir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Şeker pancarı pası hastalığına *Uromyces betae* neden olmaktadır. Fungus, Basidiomycota şubesi Pucciniomycetes familyasına aittir. Pas, kışı geçirmiş tohum mahsullerinde, kenetlenmiş yabancı pancarlar (Mangod), toprak koruma pancarlarında devam eder. *Uromyces beticola*, şeker pancarı üzerindeki tüm yaşam döngüsünü tamamlayan bir pastır. Teliosporların canlılığı 2 yıla ulaşabilir. Pancar pası tohumlar, yaprak sapı ve her iki yaprak yüzeyinde rastgele dağılabilen veya halkalarda gruplandırılabilen ve genellikle sarı bir hale ile çevrelenebilen yükseltilmiş, dairesel 1-2 mm çapında püstül olarak gelişir (Hull, 1960). Tarçın kahverengi püstüller, yaprak epidermisinin altındaki lamina (pashı renk) üzerine dağılmıştır (Şekil 8). Olgun püstüller epidermis örtüsünü çatlatır ve lekelerin ortasındaki pashıları serbest bırakır. Sezon sonunda, püstüller teliosporların (teleutosporlar) oluşumu sonucunda koyu kahverengi olabilir. Uredinosporlar diğer yapraklara ve bitkilere, bir tarladan diğerine hava veya mekanik olarak yayılır. Genel olarak çoğu pancar mahsulünde hastalık şiddeti her zaman düşüktür ve herhangi bir ekonomik zarara neden olmaz (Voegele ve ark., 2009). Hastalık etkisi için elverişli koşullar, sıcaklığın 15 ila 20 °C arasında değiştiği ve nemli koşullar, bulutlu havalarda çiğ varlığının uzun olduğu durumlardır.



Şekil 8. Şeker pancarı pas hastalığı (Anonim, 2023d)

Mücadele:

ABD ve Avrupa'da, hastalığı kontrol etmek için paslara karşı kısmi dirençli çeşitler kullanılır. Şeker pancarı pasının kimyasal mücadelesinde birçok fungusit (flusilazol, difenoconazol); fenpropimorf iyi etki göstermiştir

(O'Sullivan, 1996). Biyolojik kontrol ajanı *Bacillus subtilis* QST 713 de hastalığı kontrol altına almak için kullanılmıştır; ancak kimyasal kontrol verileri daha iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Kristoffersen ve ark., 2018).

1.1.6 Külleme Hastalığı

Şeker pancarı tozlu küf/külleme kuru iklim bölgesinde ciddi bir hastalıktır. Dünyadaki tüm şeker pancarlarında bulunabilir. Hastalık şiddetli enfeksiyonda verimi % 20-25 azaltabilir. Tozlu küf, şeker pancarının yetiştirildiği neredeyse her yerde meydana gelir, ancak Orta Doğu, Orta Asya, Güney Avrupa ve Güney-Batı ABD'nin kurak iklimlerinde ciddi bir hastalıktır. Ayrıca, İngiltere gibi nispeten hafif kışlara sahip ılıman deniz bölgelerinde baskın olabilir. Şeker pancarı *Erysiphe betae*'nin konukçu dizisi, her türlü ekili pancar, deniz pancarı (*Beta vulgaris* ssp. *maritima*) ve diğer yabancı beta türleri (Ruppel ve Tomasovic, 1977; Luterbacher ve ark., 2004) olarak sınırlıdır. *E. betae*'nin bilinen fizyolojik ırkları yoktur.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Hastalık neden olan fungus *Erysiphe betae* (Vaňha) Weltz Erysiphaceae ailesine aittir. Fungus, *Beta* sp. cinsinde obligat bir parazittir. Enfeksiyona her yıl cinsel sporlar (Ascospores) tarafından neden olunmaktadır. Kışın bitki döküntüleri fungus dinlenme sporları (Chasmothecian) ile enfekte olmaktadır. Chasmothecia, uygun çevresel koşullar (15-25 °C) altında ascosporları içeren spor keselerini serbest bırakırlar. Rüzgâr, gelişmiş ascosporları bitki yaprağının yüzeyinde taşır. Sporlar, yaprağın yüzeyinde çimlenmeye başlar, Haustoria adı verilen bir beslenme yapısı ve aseksüel sporlar (Konido sporları) üretir. Aynı bitki veya bir bitkiden diğerine ikincil enfeksiyon kaynağı konidio sporlar oluşturmaktadır. Konidial üretim en çok %30-40 bağıl nemde gerçekleşir. Konidia %0-100 bağıl nem (nem arttıkça çimlenme artar) ve 15 ila 30 °C arasındaki sıcaklıklarda (optimum 25 °C) çimlenir. Dinleme sporu olan Chasmothecium sonunda büyüme mevsiminin sonunda enfekte organizmanın yüzeyinde ve daha sonra enfekte doku yüzeyinde üretilmektedir (Mukhopadhyay ve Russell, 1979a; Esh ve El-Koli, 2007; Esh ve Shalaby, 2008). Enfekte olmuş eski yaprakların üst yüzeyinde beyaz unlu yama şeklinde belirtiler görünmeye başlar. Fungus için uygun çevresel koşullar altında,

koloniler kademeli olarak genişler ve yaprağın geniş alanlarını kapsayacak şekilde birleşmektedir. Etkilenen yaprak dokuları sararır ve yapraklar sanki beyaz tozla tozlaşmış gibi görünmektedir. Cleistothecia fungusunun meyve gövdeleri, yaz sonunda enfekte yaprak noktalarında en güçlü şekilde oluşmaya ve ortaya çıkmaya başlar (Esh ve El-Koli, 2007). Fungusun Cleistothecia'sı küçük, küresel ve kahverengimsi-siyah, 75-135 µm çapında kütle gibidir. Sonunda, enfekte olmuş yapraklar çökerek ölmektedir (Mukhopadhyay ve Russell 1979b) (Şekil 9). Yüksek sıcaklıklar (15-28 °C) ve düşük nem <%60, tüylü küf geliştirmek için en uygun koşullardır.



Şekil 9. Şeker pancarı bitkisinde külleme semptomu (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Tozlu küfler dikime dirençli çeşitlerin kullanımı, önceki mahsulün kalıntılarının toplanılması ve dengeli gübre-sulama ile iyi kültürel teknikler kullanılarak önlenmelidir (Lewellen ve Schrandi, 2001). Genel olarak, hastalık semptomların görünümünün başlangıcında başlayan bir veya iki fungusite sprey uygulaması ile kontrol edilmelidir. Hastalık kontrolü, kısmi direnç ve fungusit kullanımı kombinasyonu ile elde edilir. Kısmi direnç artık çok veya daha az ölçüde çok varyasyonlu çeşitlerde mevcuttur. Enfeksiyonu yavaşlatmaya çalışır ve poligenik kontrol altında olduğu görülmektedir (Janssen ve ark., 2003). Birçok şeker pancarı yetiştiren ülkede, *cercospora*'yı kontrol etmek için kullanılan spesifik fungusitler tozlu küfün etkisi ve şiddetini azalttığı tespit edilmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'de şeker pancarı *C. beticola* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 400 g/l Tea tree oil + 200 g/l Difenconazole (30 ml/da),

%50 Tebuconazole + %25 Trifloxystrobin (25 g/da) ve 250 g/l Difenconazole (20 ml / da) şeklindedir (Anonim, 2023b).

1.1.7 Bakteriyel yaprak nokta/yanıklık hastalığı (*Bacterial Leaf Spot/Blight*)

Hastalığa gram negatif kısa çubuklu bakteri olan *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* neden olur. Patojen Proteobacteria şubesi, Gammaproteobacteria sınıfı ve Pseudomonadaceae ailesinde yer almaktadır. Bakteriyel yaprak lekesi veya yanıklığı, birçok üretim alanında yaygın olmasına rağmen, şeker pancarında nadiren ekonomik öneme sahiptir. Hastalık Batı ve Ortabatı ABD, Japonya ve Batı Avrupa'da görülmektedir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Pseudomonas syringae iki aşamada büyür: iç bitki dokuları (endofitik faz) ve dış bitki dokuları (epifitik faz). Bakteriler filozfer üzerinde büyür ve daha sonra bitki dokusuna nüfuz eder ve hastalığı üretmek için hücreler arasında kolonileşmektedir. Stomata ve yaprak hydathodları, bitki dokusuna veya yaprak üzerindeki yaralar ve lezyonlar yoluyla ortak giriş noktalarıdır. Bitki dokularını kolonize ettikten sonra *P. syringae*, nekrotik noktalara neden olan fitotoksin ve diğer metabolitleri üretmeye başlar (Xin ve ark., 2018). Stojşin ve ark. (2015), hastalıkların semptomlarını, her biri siyah bir kenara ve açık kahverengi merkeze, düzensiz nekrotik parçalar (5-20 mm çapında) ve yuvarlak olarak tanımlamışlardır (Rotondo ve ark., 2020). Yapraklarda, özellikle damarlar boyunca ve ara sıra tohum sapları ve yaprak saplarında koyu kahverengi ile neredeyse siyah çizgiler ve benekler oluşur; bir fide yanıklığı da meydana gelebilmektedir (Brown ve Jamieson, 1913). Lekeler birleşerek yanık bir görüntü vermektedir. Bakteriler yüksek nem seviyeleri gerektirmektedir. Çoğu zaman, bir hydathodda bakteri girişi meydana gelir ve bu da sarımsı kenarlı yayılan nekrotik bir lezyonla sonuçlanmaktadır (Şekil 10). Bitki yüzeyinde *P. syringae* popülasyonunu teşvik etmede çiğ, sis ve yağmur gibi yüksek nem koşullarının önemi ve tarladaki salgınlarla ilişkileri hakkında birçok çalışma yayınlanmıştır (Hirano ve Upper, 1990). Öte yandan sıcaklık, bakteriyel hücrelerin gelişimi ve patojenisitesinde önemli bir etkiye sahiptir.

Wang ve ark. (2009) yaklaşık 28 °C sıcaklığın gelişim ve patojenite için ideal olduğunu bildirmiştir.



Şekil 10. Şeker pancarı bakteriyel yaprak nokta/yanıklık hastalığı simptomsu (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Şimdiye kadar, hastalığı kontrol etmek için etkili bir yöntem olarak bildirilen kimyasal kontrol yöntemi yoktur. Bazı durumlarda, sprey sulama ile sulanan şeker pancarı alanlarının sulamaları arasındaki aralıkların arttırılması hastalığı epidemisini ve şiddetini azaltabilmektedir (Bashan, 1997).

1.2 Virüs Hastalıkları

Şeker pancarı yaprakları, Pancar kıvrıkcık tepe virüsü (Beet curly top Virüs-BCTV), Pancar distorsiyon mozaığı, Pancar yaprak kıvrılma virüsü (Beet distortion mosaic, Beet leaf curl virüs-BCLV), Pancar hafif sararma ve Pancar batı sararma (Beet mild yellows & Beet western yellows-BMY), Pancar mozaik virüsü (Beet mosaic virüs-BtMV), Pancar sarı ağ virüsü (Beet yellow net virüs-BYNV) ve Pancar sararma (Beet yellows-BYV) gibi birçok farklı viral hastalıktan etkilenir. Burada en önemli ekonomik viral hastalıkları gösterilmektedir.

1.2.1 Pancar kıvrıkcık tepe virüsü (*Beet Curly Top Virus-BCTV*)

Pancar kıvrıkcık tepe hastalığı önemli şeker pancarı viral hastalıklarından biridir. Pancar kıvrıkcık tepe virüsü, Geminiviridae familyası *Curtovirus* cinsine ait bir DNA virüsüdür. Ekonomik açıdan önemli birçok üründe kıvrıkcık tepe hastalığına neden olur. Virüs, yaprak çekirgeleri (*Circulifer tenellus*) tarafından bulaşır (Stanley, 2008; Horn ve ark., 2011). Hastalık tropikal ve subtropikal

bölgelerde birçok bölgede dramatik kayıplara neden olabilmektedir (Misra ve ark., 2022). Pancar kıvrıkcık tepe virüsü (BCTV), Meksika'dan Kanada'ya kadar Batı Kuzey Amerika'nın kurak ve yarı kurak bölgelerinde görülür. Virüs Akdeniz havzasında endemiktir ve Avrupa, Afrika ve Asya'nın diğer yarı kurak bölgelerinde bulunabilir (Chen ve ark., 2010). Çeşitli yaprak zararlısı türleri tarafından bulaşan diğer benzer hastalıklar Güney Amerika ve Avustralya'da bildirilmiştir (Bennett ve Costa, 1949; Chen ve ark., 2010). Doğu ABD, Wisconsin, Illinois ve Maryland'de kıvrık tepe oluşumu görünüşe göre yaprak zararlısı vektörü *C. tenellus*'un (Baker) (Duffus ve Ruppel, 1993) uzun mesafeli göçünden kaynaklanmaktadır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

BCTV, pancar yaprak zararlısı ile bulaşan, tek parçalı bir geminivirüstür. Virionlar (Virüsün tüm yapılarını içeren tek bir virüs partikülü), bir kapalı dairesel tek sarmallı DNA molekülü içerir. Toplam genom uzunluğu 2994 nükleotittir. Virüs, virülans, konukçu menzili ve diğer özellikler bakımından farklılık gösteren bir suş/ırk kompleksi içerir (Thomas, 1970; Stenger ve McMahan, 1997). Virüsün vektörü olan yaprak çekirgeleri (*C. tenellus*), kışı tek yıllık ve çok yıllık yabancı otlarda geçirmektedirler. Vektörler, virüsü hayatlarının geri kalanında bulaştırabilmek için enfekte bitkilerle beslendikten sonra hastalığı kaparlar. Domates, fasulye ve biber gibi 44 bitki familyasındaki 300'den fazla türün yaprak zararlılarına ev sahipliği yaptığı rapor edilmiştir (Chen ve ark., 2010). Hastalık belirtisi olarak hassas pancar çeşitlerinde, genç yapraklarda damar temizliği görülür ve bükülür, yuvarlanır veya kırışır. Daha sonra üretilen tüm yapraklar, bodurlaşma, buruşma ve yukarı ve içe doğru yuvarlanma ile karakterize edilmektedir (Şekil 11). Yaprakların alt tarafındaki damarlar pürüzlüdür ve genellikle şişlikler ve omurga benzeri çıkıntılar oluşturur. Kökler cüceleşir ve kökçükler bükülme ve deforme olma eğilimindedir ve genellikle ölürler. Floem dokusu genellikle nekrotik hale gelir ve gövdelerde ve yapraklarda floem eksüdalari görülür. Pancar kıvrıkcık tepe virüsünün damar şişmesi, yaprak kıvrılması, mor damarlı yaprakların sararması, nekroz ve floem hiperplazisi ve genç fidelerin bodurlaşması ve ölümü gibi birçok farklı semptomu bildirilmiştir (Chen ve ark., 2010). Dayanıklı çeşitler yüksek bir enfeksiyon yüzdesine sahip olabilir ancak yalnızca hafif semptomlar gösterebilir (Bennett ve Leach, 1971).



Şekil 11. *B. vulgaris* L.'nin pancar kıvrıkcık tepe virüsü semptomu. a: kontrol, b-c yukarı kıvrılma, d aşağı kıvrılma, e ölmekte olan bitki, f-l skorlama bitkisi (Horn ve ark., 2011)

Mücadele:

Virüsün geniş konukçu yelpazesi ve böcek vektörünün bolluğu, virüsün yönetimini zorlaştırmıştır. Şeker pancarı tarlalarında hastalığı önlemenin en iyi yolları, dayanıklı şeker pancarı çeşitlerinin yetiştirilmesi ve yaprak zararlılarını barındıran yabancı otların kontrolü ile yaprak zararlılarının kimyasal kontrolüdür (Stanley, 2008; Strausbaugh ve ark., 2006).

1.2.1 Şeker pancarı sarısı virüsü (*Sugar Beet Yellows Virus-BYV*)

Şeker pancarı sarılık virüsü, şeker pancarı ürünlerinde %50'ye varan verim düşüşlerine neden olabilen çok önemli bir hastalıktır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Pancar sarıları, diğer üç virüsün (Pancar hafif sararma virüsü ve pancar kloroz virüsü) ortak sarılık virüsüdür. Üç virüs, sözde virüs sarılarını karmaşık hale getirir. Sekiz yaprak biti türü, özellikle yeşil şeftali yaprak biti (*Myzus persicae*) virüsü bulaştırabilir. Simptomlar, yapraklar üzerinde dairesel sarı alanlar ve damarlar arasında sarı görünen kırılğan dış yapraklar ile hale yeşil damarlar olarak ortaya çıkmaktadır. Enfeksiyon geliştikçe bitki boyunca yayılmaktadır (Şekil 12).



Şekil 12. Şeker pancarı sarısı virüsü simptomsu (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Kontrol tedavisi geliştirilmemiştir.

1.3. Fide ve Kök Çürüklüğü Hastalıkları

Şeker pancarı kök çürüklüğü hastalıkları, çimlenme, çıkış veya genç büyüme sırasında ve ayrıca hasat sonrası çeşitli toprak kaynaklı mikroorganizmalar tarafından meydana gelmektedir. Kök çürüklüğü hastalıklarına *Rhizoctonia solani* (Esh ve ark., 2004), *Macrophomina* spp. (Koppanyi ve ark., 1993), *Fusarium* spp. (Bosch ve Mirocha, 1992), *Pythium* spp. (Stephens ve ark., 1993; Payne ve ark., 1994) ve *Sclerotium rolfsii* (Esh ve El-Kholi, 2003) gibi birçok fungus türü neden olmaktadır. Kök çürüklüğü hastalığına *Erwinia carotovora* subsp. *betavascularum* da neden olmaktadır (Costa ve Loper, 1994). Şeker pancarı kök çürüklüğü organizmaları tarlalarda (tohum aşamasından olgunluk sürecine kadar) ve depoda ile depolama koşullarına bağlı olarak şeker pancarı ürünlerinde ciddi şekilde zarar oluşturmaktadır (Whitney ve Duffus, 1986; Cooke ve Scott, 1995).

1.3.1 Fide hastalıkları (Fide çökerten hastalıkları)

Hastalığa farklı funguslar, *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces cochlioides*, *Phoma beta* ve birkaç *Pythium* sp. neden olmaktadır (Harveson, 2006; Vincelli, 2008). *Aphanomyces* fide hastalığı ABD, Kanada, Şili, Fransa, Almanya, Macaristan, Japonya, Hollanda, İspanya, eski SSCB ülkeleri ve İngiltere'de yaygındır. *Amaranthus retrofl exus*, *Chenopodium album* ve ıspanak, *Mollugo verticillata*, *Saponaria ocyroides* ve *Tetragonia tetragonioides*'ten de izole edilen patojenin doğal konukçuları olarak

bildirilmiştir. Hastalık kırmızı pancarda da bir sorun oluşturmaktadır (Martin, 2003).

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Patojenler ya çimlenmeden önce tohuma saldırır ya da çimlenmeden sonra tohumlara saldırır. Genel olarak, fide çıkışı etkilenmez, ancak çıkıştan 1-3 hafta sonra hipokotil üzerinde koyu gri, sulu bir lezyon gelişir. Fungus hifleri çimlenmiş köke nüfuz ederek dokuları ve hücreleri hidrolize eden ve kök ölümüne veya fidelerin çökmesine neden olan hidrolitik parçalayıcı enzimler olan pektinazlar ve selülozlar üretmektedir (Esh ve ark., 2004; El-Kholi ve ark., 2005). Lezyon hızla genişler ve kısa süre sonra tüm hipokotil koyu gri veya kahverengiden siyaha değişir ve ipliksi hale gelmek için büzülür, dolayısıyla "kara bacak" veya "kara kök" terimi olarak anılmaktadır. Lezyonun ara sıra kotiledon yapraklarının tabanına kadar yayılması bu hastalık için genellikle tanısaldır simptomdur. Enfekte fideler bodurlaşır ve canlılıkları azalır; düşüp ölebilir veya rüzgârın etkisiyle parçalanabilirler, ancak çoğu zaman hayatta kalırlar ve bir miktar iyileşme gösterirler. Fide aşamasında hastalıktan kurtulan bitkiler, kronik kök çürüklüğü fazını geliştirebilmektedir. Mantar, çıkış öncesi çökertmenin yanı sıra çıkış sonrası çökertmeye de sebep olmaktadır. Hipokotil bozduğunda fide çöker ve ölmektedir (Whitney ve Duffus, 1986; Cooke ve Scott, 1995; Esh ve ark., 2004) (Şekil 13). Sıcak koşullar (25-30 °C) hastalık etkisi için en uygun koşuldur (Lamichhane ve ark., 2017).



Şekil 13. Çimlenmekte olan tohum ve fidelerde şeker pancarı çökertme hastalığı (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Tohum kaplama fungusitleri ile tohum mücadelesi ve serin toprağa ekim, hastalığı kontrol altına almak için en iyi uygulamalardır (Lamichhane ve ark., 2017). Serin ve nemli topraklara erken ekim, fidelerin toprak ısınmadan ve patojen aktivitesi artmadan önce ortaya çıkmasını ve direnç geliştirmesini sağlar. Yüksek toprak verimliliği, özellikle yüksek düzeyde fosfor, hızlı fide büyümesini teşvik eder ve kara kökün şiddetini azaltmaktadır (Warren, 1948). Mısır, soya fasulyesi, patates veya küçük taneler gibi hassas olmayan ürünlerle rotasyon, sonraki şeker pancarı mahsullerinde kara kök şiddetini azaltır (Afanasiev ve ark., 1942). Fasulye, tatlı yonca ve yonca gibi mahsuller hastalık etkisi ve yoğunluğunu artırır ve şeker pancarından önce gelmemelidir. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de şeker pancarı *C. beticola* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 175 g/l Prothioconazole + 125 g/l Difenconazole (100 ml/da), 22.5 g/L Fludioxonil+ 15 g/L Sedaxane+15 g/L Metalaxy1-M (33.3 ml/ünite (=100.000 tohum) (peletli tohum)-1100 ml/100 kg tohum), 150 g/L Pyraclostrobin+ 75 g/L Fluxapyroxad (125 ml/da), %80 Thiram (400 g/100 kg tohum), %70 Hymexazole (500 gr / 100 kg tohum ekiminde) şeklindedir (Anonim, 2023b).

1.3.2 Rhizoctonia kökü ve taç çürüklüğü (*Rhizoctonia Root and Crown Rot*)

Çeşitli kök hastalıklarına *Rhizoctonia solani* fungusu neden olmaktadır. Kök ve taç çürüklüğü, ılıman kuşakta yer alan tüm şeker pancarı ülkelerinde en önemli şeker pancarı hastalıkları olarak kabul edilmektedir.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

R. solani fungusun kusurlu evresi (hastalığa sebep olan), Basidiomycetes şubesi, Tulasnellales takımı ve Ceratobasidiaceae familyasına ait *Thanatephorus cucumeris*'tir. Fungus, kubbe şekli veya enfeksiyon yeri adı verilen bir hif yapısı oluşturmak için kök yüzeyinde büyümektedir. Kubbe şeklindeki yapının temas alanından ve kök dokusunun yüzeyinden bir penetrasyon tüpü büyür ve hücre duvarını parçalayan hem mekanik basınç hem de hidrolitik enzimler tarafından doğrudan köke nüfuz etmektedir. Patojen hifleri, kök dokusunda hücreler arası ve hücre içi olarak büyümektedir (Ruppel,

1973). Simptomlar, bitki yapraklarında ani solgunluk ve kloroz olarak karakterize edilebilir. Yaprak saplarının tabanında koyu kahverengi lezyonlar görülür. Hastalıklı yapraklar sonunda ölür ve düşer, ancak tabana bağlı kalarak kahverengi yapraklardan oluşan bir rozet oluşturmaktadır. Kök yüzeyinde koyu kahverengi ile siyahımsı lezyonlar gelişirken, tepede derin kanserler görülmektedir (Şekil 14) (Hallowin, 1994; Esh ve ark., 2004). Toprak sıcaklıkları yükseldiğinde, hastalık daha yaşlı bitkilerin saplarını, taçlarını ve köklerini enfekte edebilir. Fungus hifleri ve sclerotia, bitki kalıntıları üzerinde hayatta kalabilir ve toprak sıcaklığı 25-33 °C'ye ulaştığında aktif hale gelir (Roberts ve Herr, 1979).



Şekil 14. *Rhizoctonia* kök çürüklüğü belirtileri. Genç köklerdeki belirtiler (Sol); ve eski köklerdeki belirtiler (Orta); şiddetli kök enfeksiyonunda rozet yaprak (Sağ) belirtiler (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Toprak işleme, ürün rotasyonu, bitki kalıntısı yönetimi, toprak sıkışmasının azaltılması ve drenaj verimliliğinin artırılması gibi bazı tarımsal işlemler, topraktaki inokulasyon miktarının azaltılmasına yardımcı olabilmektedir (Buhre ve ark., 2009). *R. solani* kontrolü için dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi önem arz etmektedir. Bununla birlikte, mevcut çeşitlerin hastalık direnci *Rhizoctonia*'ya orta düzeydedir (Buddemeyer ve Märlander, 2005). Genellikle şeker pancarı kök hastalığı toprak altında kaldığı için *Rhizoctonia* kök çürüklüğüne karşı kimyasal mücadele ticari alanlarda kullanılmamaktadır. Bartholomäus ve ark. (2017), hastalığı kontrol altına almak için bir fungusit karışımı (azoxystrobin ve difenoconazole gibi) uygulamalar gerçekleştirmiştir. Hastalık çok çeşitli konukçu yelpazesine sahip ve toprakta saprofit olarak uzun

süre kalabilir, bu da tam kontrolü zorlaştırmaktadır (Anees ve ark., 2010). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye’de şeker pancarı *C. beticola* zararlı organizmasına karşı ruhsat almış fungusitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 175 g/l Prothioconazole + 125 g/l Difenococonazole (100 ml/da), 22.5 g/L Fludioxonil+ 15 g/L Sedaxane+15 g/L Metalaxyl-M (33.3 ml/ünite (=100.000 tohum) (peletli tohum)-1100 ml/100 kg tohum), 150 g/L Pyraclostrobin+ 75 g/L Fluxapyroxad (125 ml/da), %80 Thiram (400 g/100 kg tohum), %70 Hymexazole (500 gr / 100 kg tohum ekiminde) şeklindedir (Anonim, 2023b).

1.3.3 Şeker pancarı kök yaş çürüklüğü (*Wet Rot of Sugar Beet Roots*)

Peronosporales takımına ait farklı Oomycota patojenlerinin neden olduğu şeker pancarı kök yaş çürüklüğü; ilk iki patojen (*Pythium ultimum* Trow ve *P. debaryanum* Hesse) Pythiaceae familyasına, üçüncü patojen *Phytophthora drechsleri* Tucker ise Peronosporaceae familyasına aittir (Whitney ve Duffus, 1986).

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Topraktaki fungal sporangia çimlenmeye başlar ve sporangium belirgin bir gaga geliştirir, ardından sporangial içerikler boşaltılır. Sporangium protoplazması parçalanmaya başlar ve toprağa salınan biflagellate veniform zoosporların oluşumuyla sonuçlanır. Hidrolitik enzimlerin yardımıyla zoosporlar kök epidermisine bağlanır ve kök dokusuna nüfuz eder. Fungal miselyum, kök dokularının arasında ve içinde gelişerek, kök dokularının yumuşak bir şekilde parçalanmasını indükleyen hidrolitik enzimler olan selülozlar ve pektinazları üretir (Sutton ve ark., 2006). Tipik olarak belirtiler solma ve kökün alt kısmından taca doğru yukarı doğru yayılan, kazık kökün tabanında derin, koyu ila siyahımsı ıslak (sulu) bir çürümeyi içermektedir. Kök yüzeyinde koyu renkli, düzensiz lezyonlar gelişir. Solmuş bitkiler, bu hastalığın erken evrelerinde geceleri iyileşebilir çünkü enfekteli kökler “lastiksi bir his” taşımaktadır (Cooke ve Scott, 1995) (Şekil 15). Hastalık için en uygun koşullar, 28-32 °C'lik toprak sıcaklığı ve en az 12 saat süreyle aşırı toprak nemidir (Vesely, 1986; von Bretzel ve ark., 1988).



Şekil 15. Şeker pancarında yaş çürüklük hastalığının belirtileri (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Uzun süreli yüksek toprak neminden kaçınan tarımsal uygulamalar, kök yaş çürüğünün en iyi yönetimidir (Buhre ve ark., 2009; Anees ve ark., 2010). Bazı raporlar, hymeksazol ve metalaksil gibi tohum fungusit uygulamalarının kullanılmasının veya toprağın metalaksil ile muamele edilmesinin hastalık etkisini azalttığını göstermiştir (Bartholomäus ve ark., 2017). Kök çürüklüğü hastalığının (*Fusarium* sp., *Macrophomina* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp.) şekerpancari bitkisinde ruhsatlı fungusiti bulunmamaktadır.

1.3.4 Sclerotium kök çürüklüğü (*Sclerotium Root Rot*)

Sclerotium kök çürüklüğü hastalığına, toprak kaynaklı *Sclerotium rolfisii* saprofitik fungus neden olmaktadır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Sclerotium rolfisii saprofitik fungus için 200'den fazla bitki türü fungus için konukçu olarak hizmet etmektedir. *Sclerotia* küresel, uzun, şişkin veya düzleştirilmiş, tipik olarak bant benzeri, tek veya birleşik olabilir, ara sıra geniş alanları kaplar, çoğunlukla koyu renkli, genellikle siyah, sert, özellikle kurduğunda ve içi parlak renkli olabilir. Renk ve hücre yapısı, kabuk dokusunu içeriden ayırt etmektedir (Whitney ve Duffus, 1986). Köklerde çok sulu, siyahımsı bir çürüme, köklerde kalın, halat gibi pamuksu hifler ve çok

sayıda küresel, beyazdan koyu kahverengiye kadar 1-3 mm çapında sklerotia ile kaplanır (Mukhopadhyay, 1987; Esh ve El-Kholi, 2003). Bu hastalığa neden olan organizma kalıcı solgunluğa neden olur. Bu hif şeritleri ve sklerotia, toprakta hastalıklı köklerden de tespit edilebilir (Schneider ve Whitney, 1986, Esh ve El-Kholi, 2003) (Şekil 16). *Sclerotia* toprakta uzun süre kalır ve birincil enfeksiyon kaynağı olarak hizmet etmektedir. Yüksek toprak nemi (tarla kapasitesinin $\geq 70\%$ 'i) ve 25-35 °C arasındaki sıcaklık hastalık için uygun koşullardır (El-Kholi, 1979; Schneider ve Whitney, 1986; Pinheiro ve ark., 2010).



Şekil 16. Köklerde ve yapraklarda sclerotium kök çürüklüğü belirtileri (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Sclerotium rolfsii, hastalık yönetimini zorlaştıran 200'den fazla türden oluşan bir konukçu yelpazesine sahiptir. Daha az hassas konukçulara (mısır, yonca, buğday veya arpa) sahip ürün rotasyonları, fungus inokulumunu azaltabilir. Toprak uygulamaları olarak kimyasal mücadelenin kullanılması hastalığın kontrolünü sağlayabilir. Dwivedi ve Ganesh (2016), carbendazim, carboxin, benomyl, sancozeb, dithane M-45, kaptan, propikonazol ve tiram gibi hastalığı kontrol altına almak için farklı fungusitlerin bir listesini bildirmiştir; ayrıca sarımsak, karanfil, zencefil köksapı, neem yaprağı ve tohum yağı ve soğan yumrusu gibi başka bitki özleri de bildirmişlerdir. Ayrıca birçok araştırmacı biyolojik mücadele kapsamında hastalığı kontrol altına almak için *Trichoderma* sp., *Penicillium* sp., *Curvularia* sp. ve *Aspergillus niger* gibi farklı fungal ve bakteriyel biyoajanların yanı sıra farklı *Pseudomonas* sp. ve *Bacillus*

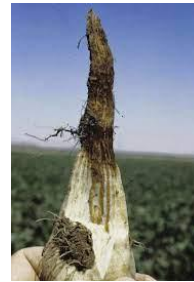
subtilis gibi bakteriyel biyoajanlar bildirilmiştir (Babu ve Paramageetham, 2013; Dwivedi ve Ganesh, 2016).

1.3.5 *Fusarium* kök çürüklüğü (*Fusarium Root Rot*)

Fungus *Fusarium* spp., *Fusarium* kök çürüklüğüne neden olan organizmadır. Bu fungus, Deuteromycetes, Moniliales'a takımı ve Tuberculareaceae familyasına aittir (Booth, 1977).

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Geçen sezondan toprakta kalan klamidosporeler, doğal kök yaraları yoluyla hassas bitkileri istila eden bir makrokonidi veya hif vermek üzere çimlenmektedir (Whitney ve Duffus, 1986). *Fusarium*'dan etkilenen bitkilerin daha yaşlı yapraklarında solma, nekroz ve damarlar arası kloroz görülür. Sonunda yapraklar kavrulur, kurur ve kırılabilir hale gelir. Kök ucu, kazık kök boyunca yoğun kök büyümesine sahip siyah bir çürüklük gösterir. Enfekte kök enine kesiti grimsi kahverengi vasküler renk değişikliği gösterir. Hastalık ilerledikçe yapraklar sararır ve nekrotik alanlar oluşur (Martyn ve ark., 1989) (Şekil 17). Hastalık sıcak topraklarda başlar. Enfeksiyon ve simptom gelişimi için uygun sıcaklık 25-30 °C arasındadır. Hastalık gelişimi için yüksek toprak nemi de gereklidir (Whitney ve Duffus, 1986).



Şekil 17. *Fusarium* kök çürüklüğü simptomsu (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Serin topraklara dikim, sulama kontrolü, tahıl ve yonca ile 2 yıl boyunca ürün rotasyonu ve yabancı ot kontrolü gibi tarımsal uygulamalar topraktaki inokulumu ve hastalık etkisini azaltabilir (Harveson ve Rush, 1998). Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Türkiye'de şeker pancarı *C. beticola* zararlı

organizmasına karşı ruhsat almış fungusitlerin aktif madde içerikleri ve dozları; 175 g/l Prothioconazole + 125 g/l Difenconazole (100 ml/da), 22.5 g/L Fludioxonil+ 15 g/L Sedaxane+15 g/L Metalaxy1-M (33.3 ml/ünite (=100.000 tohum) (peletli tohum)-1100 ml/100 kg tohum), 150 g/L Pyraclostrobin+ 75 g/L Fluxapyroxad (125 ml/da) ve %70 Hymexazole (500 gr / 100 kg tohum ekiminde) şeklindedir (Anonim, 2023b).

1.3.6 Kömür çürüklüğü (*Charcoal Rot*)

Hastalığa *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid neden olur. Fungus, *Sclerotium bataticola* Taub'un kusurlu aşamasıdır. *Sclerotia*, patojenin en belirgin belirtisidir; Pürüzsüz, küreselden düzensiz bir şekle sahip siyah ve çapları 50 ila 150 µm arasında değişen boyutlardadır (Whitney ve Duffus, 1986).

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Yaprakların solması, sonunda kahverengiye dönüşen ve ölen enfeksiyonun ilk belirtisidir. Dışta kökün taç ve ucunda kahverengimsi siyah, düzensiz lezyonlar görülür; kökler gümüşü bir yansıma ile grimsi kahverengiden siyaha dönüşür. Kök dokuları limon sarısından kahverengimsi siyaha kadar değişen renklerde süngerimsi bir kıvama dönüşür. Fungus stres altında, zayıflamış veya yaralı şeker pancarı bitkilerine saldırır (Şekil 18). Kuru koşullarda yüksek sıcaklıklar (optimum 28-31 °C) hastalık gelişimi için elverişli koşullardır (Tomkins, 1938; Vera ve ark., 2012).



Şekil 18. Şeker pancarı kömür çürüklüğü simptomsu (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Mantar stres altında, zayıflamış veya yaralı şeker pancarı bitkilerine saldırdığı için dikkatli kültür işlemlerinin yapılması önem arz etmektedir. Bitkinin çevresel faktörlerden etkilenerek hassaslaşmasını önlemek için dayanıklı çeşitlerin kullanımı önemlidir.

1.4 Kök Bakteriyel Hastalıklar

1.4.1 Tüberküloz hastalığı (*Xanthomona beticola-Tuberculosis Disease*)

Tüberküloz hastalığına neden olan *Xanthomona beticola* Amerika Birleşik Devletleri'nde, Rusya Federasyonu topraklarında ve ayrıca Moldova, Gürcistan, Ermenistan ve Ukrayna'da gibi bazı şeker pancarı yetiştiren ülkelerde gelişigüzel olarak rapor edilmiştir (Moliszevska ve ark., 2016).

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Tüberküloz hastalığına neden olan *Xanthomona beticola* şeker pancarı köklerinde görülen hastalık belirtileri olağan dışı tümör benzeri deformasyonlardır. Hastalık belirtileri, köklerin üst yüzeyinde büyüyen çok sayıda nodül şeklini alır. Aşırı durumlarda, çok sayıda tümörü olan kökler güçlü bir şekilde deforme olur (Şekil 19). Bazen hastalık, *Rhizobium radiobacter*'in (syn. *Agrobacterium tumefaciens*) neden olduğu köklerin tüberozitesi ile karıştırılabilmektedir. Bakteri, 0.6-0.8 × 1.5-2.0 µm boyutlarında aerobik, Gram negatif, kamçılı, sporsuz çubuk olarak karakterize edilir. Jelatinli sıvılaştırılabilir, sütü kesebilir ve sarı bir koloni oluşturabilir, nitratları azaltabilir ve jelatinli pepton suyu üzerinde indol oluşturabilir. Ayrıca besin kaynağı olarak çok sayıda şekeri kullanabilir ve asit üretebilir. Optimum büyüme sıcaklığı 29 °C, maksimum 39 °C ve minimum 1.5 °C'dir. Optimal pH 6.5 ancak minimum pH 4.5-4.8 ve maksimum 9.0-9.5'tir. Bakteri dona dayanıklı değildir, ancak kuru koşullarda kolayca yaşayabilir. 14 yıl boyunca patojenik özelliklerini koruyarak toprakta uzun süre kalabilir. Bakteri yaralardan bulaşır ve ıslak toprakları tercih eder (Benada, 1984). Lazarev (2009), yüksek sıcaklık ve bağıl hava neminin (%90 ve daha yüksek) bakteriyel enfeksiyonların gelişimini desteklediğine dikkat çekmiştir.



Şekil 19. Şeker pancarı köklerinde görülen tüberküloz urları (Moliszewska ve ark., 2016)

Mücadele:

Hastalığın kontrolü, ürün rotasyonu, nispeten dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi, bitki kalıntılarının dikkatli bir şekilde uzaklaştırılması ve tohum ve bitkilerin pestisitlerle işlenmesi dahil olmak üzere optimal tarımı gerektirmektedir (Lazarev, 2009).

1.4.2 Taç-Safra hastalığı (*Agrobacterium tumefaciens*-Crown Gall Disease)

Taç safra hastalığına şeker pancarı ve meyve ağaçları da dahil olmak üzere geniş bir konukçu aralığına sahip yaygın olarak oluşan toprak kaynaklı bir bakteri olan *Agrobacterium tumefaciens* Conn. neden olmaktadır. Ekonomik hastalıklardan sayılmaz; ancak, diğer ürünlerde hastalığın kayıplarına ilişkin bazı raporlar mevcuttur. Bu hastalık esas olarak ABD'de görülür ve ekonomik önemi yoktur.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Şeker pancarında Taç-safra hastalığına *Agrobacterium tumefaciens* patojeni neden olmaktadır. Kökün yanında, bazen kökün kendisinden bile daha büyük büyüyen tümürlü bir büyüme gelişir. Safra veya urlar, mantarimsı veya siğil gibi bir yüzeyle örtülme eğilimindedir ve nispeten küçük bir doku boynu ile köke bağlanır. Bazen yapraklarda küçük urlar gelişmektedir (Hull, 1960). Taç safrası bakterisi, şeker pancarının yetiştirildiği hemen hemen her yerde

bulunur, ancak genellikle izole edilmiş bitkileri etkiler ve ekonomik önemi yoktur. Yaralardan girer ve kök hücrelerin anormal çoğalmasına neden olur. Bakteri cebi olarak adlandırılan benzer bir hastalığa *Xanthomonas beticola* Burkh neden olmaktadır. Esas olarak şeker pancarı tacı üzerinde bu bakteri tarafından oluşturulan safralar, *A. tumefaciens*'in neden olduklarından daha derin çatlaklı, pürüzlü ve geniş bir doku köprüsüyle köke bağlanmaktadır (Şekil 20). Kök veya taç bölgesinin yan tarafına yapışık safra oluşturmaktadır. Safra boyutu küçükten çok büyüğe değişir ve bazen kökle aynı boyuta gelebilmektedir. Hastalık bitkinin bodurlaşmasına ve şeker içeriğinin azalmasına yol açan metabolik bir rahatsızlığa neden olmaktadır (Mafakheri ve ark., 2016).



Şekil 20. Şeker pancarı taç safrası simptomsu (Esh ve Taghian, 2022)

Mücadele:

Hastalıklı bitkilerin toplanması ve yok edilmesi enfeksiyonun yayılmasını önlenmelidir.

1.4.3 Kök yumuşak çürüklüğü hastalığı (*Erwinia carotovora* subsp *betavasculorum*-Root Soft Rot Disease)

Hastalığa kısa çubuklu, gram-negatif hareketli (peritiköz) bakteri *Pectobacterium carotovorum* (*Erwinia carotovora* subsp *betavasculorum*) neden olmaktadır (Thomson ve ark., 1977)

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Erwinia carotovora subsp *betavasculorum* bakterisinin köke girişi doğal veya mekanik olarak var olan yaralardır. Enfeksiyon taçtan köke ve bitkinin diğer kısımlarına başlar. Yoğun miktarda hidrolitik hücre duvarı parçalayıcı enzimler (poligalaktrunaz, pektinazlar ve selülazlar) salgılayan bakteriler, tüm kök dokularının yumuşamasını ve tamamen çürümesini sağlar (Thomson ve ark., 1977; Fassihiani ve Nedaeini, 2008). Hastalık belirtileri, yaprakların solmasıyla kök çürüdüktan ve ıslak koyu kahverengi renk aldıktan sonra fark edilebilir. Hastalık, çevre koşullarının uygun olduğu büyüme mevsimi boyunca herhangi bir zamanda görülebilir (Fassihiani ve Nedaeini, 2008). Sezon sonunda hastalık bitkilere saldırdığında, ölü bitkileri kaplayan şeker fermantasyonundan oluşan bir baloncuk kubbesi görülür.

Mücadele:

Dayanıklı çeşitlerin yetiştirilmesi, hastalık etkisini önlemek için önemlidir ve hastalıklı tarlalarda hastalık etkisini azaltmak için en etkili ürün rotasyonudur (Thomson ve ark., 1977).

1.4.4 Rhizomania (*Beet Necrotic Yellow Vein Virus-BNYVV*)

Şeker pancarı *Rhizomania*'sı Pancar nekrotik sarı damar virüsü (BNYVV, Benyvirus)'nün vektör etken maddesi, Plasmodiophoromycetes ve Plasmodiophorales'e takımına ait toprakta taşınan plazmodioforid protozoa *Polymyxa betae* Keskin'in virüslü zoosporları tarafından bulaşmaktadır (Tamada ve Baba, 1973; Koenig ve Lennefors 2000). *Rhizomania* ("kök sakallılık"), ana kök boyunca yanal köklerin aşırı çoğalması, damar demetinin nekrozu ve bitkinin şiddetli bodurluğu ile karakterize edilir. Hastalık şeker pancarı yetiştirme alanlarının çoğunda ve dünya çapında bir dağılıma sahiptir. *Rhizomania*'nın verimi ciddi şekilde düşürme ve bir kez yerleştikten sonra toprakta neredeyse sonsuza kadar devam etme potansiyeli ve yayılmasını önlemenin zorluğu hem yetiştiriciler hem de ürünü işleyici sanayiciler arasında endişe oluşturmaktadır.

Biyolojisi, Simptom ve Zarar:

Polymyxa betae fungusu toprakta 10 yıldan fazla kist halinde yaşar. Toprak sıcaklıkları belirli bir seviyeye ulaştığında, şeker pancarı köklerinden veya diğer uygun konukçulardan gelen kök salgıları kist çimlenmesini tetikler. Çimlenen kistler, kök hücreleri enfekte eden ve virüsü bitkiye yayan öldürücü zoosporlar üretir (Tamada, 1992). *Rhizomania*, BNYVV'yi barındıran virüslü *Polymyxa beta* zoosporları şeker pancarı kök sistemini enfekte ettiğinde ortaya çıkar. Enfekte olmuş şeker pancarı kökleri bodurlaşır. Kazık kök, kökçük çoğalmasını uyararak nekrotik, çok sayıda ve kırılğan kökçüklerle sonuçlanır. Yapraklarda damar sararması, nekroz ve izole lezyonlar görülür. Yaprığın sararmasını damarlar boyunca nekroz takip eder (Tamada, 1975) (Şekil 21 A). Virüsün adını aldığı semptomlardan biri yaprak damarlarının sararması ve sonunda nekrozun oluşmasıdır (Tamada ve Baba, 1973). Bununla birlikte çoğu zaman virüs kökle sınırlı görüldüğü için nekrotik sarı damar semptomu nispeten nadir olmaktadır. Virüs adı verilen bu semptomların yanı sıra, yaprak semptomları nitrojen noksanlığı ile kolayca karıştırılabilir. Daha genel olarak, etkilenen bitkilerin sürgünlerinde ortaya çıkan semptomlar, enfekte olmuş kökün değişen metabolizmasından veya morfolojisinden kaynaklanır. Enfeksiyon üzerine köklerde derin değişiklikler meydana gelir. Erken ve şiddetli enfeksiyonun ardından, kökler dar şalgam benzeri bir şekil ile küçük kalır, ana köklerin büyümesi durur ve bunun yerine küçük laterallerin çoğalması, kök 'sakalı' gelişir (Şekil 21 B). Kök kesitlerinde, merkezi stelin kırmızımsı kahverengi bir renk değişikliği ile birlikte, kök proliferasyonunun görüldüğü yerden itibaren tümör benzeri semptomlar meydana gelebilir. Küçük tersiyer kökçüklerin mikroskopik gözlemlerinde çok sayıda sistosori veya *P. betae*'nin dinlenme sporlarının olduğunu ortaya koymaktadır. Zamanla ciddi şekilde enfekte olan şeker pancarı sonunda ölebilir. Çok hafif veya geç enfeksiyonlar, kökte tespit edilebilir virüs varlığına rağmen belirgin semptomlara neden olmayabilir. Şiddetli enfeksiyon, şeker pancarı genotipine, topraktaki inokulum düzeyine, BNYVV'nin patotipine, büyüme mevsimi boyunca hava koşullarına ve enfeksiyonun zamanlamasına bağlı olarak verimde, şeker içeriğinde ve saflıkta yüksek bir düşüşe neden olabilir (Tamada, 1999; Scholten ve Lange, 2000). Daha genel olarak, şeker pancarı mahsullerinde *rhizomania* yamalarının içinden ve dışından alınan

numunelerden tahmin edilen verim kayıpları, şeker veriminde %50-60'lık bir azalmanın nadir olmadığını göstermektedir.



A **B**
Şekil 21. *Rhizomania* yaprak ve kök simptomsu (Esh ve Taghian, 2022)

Polymyxa betae zoosporları, maksimum aktivite için yüksek toprak nemi gerektirir; kistlerin çimlenmesini ve çift kamçılı zoosporların köklere doğru yüzmesini sağlamak için su gereklidir. Gerik ve ark. (1990), doğal olarak istila edilmiş topraklarda *P. betae* enfeksiyonunun >400 mbar'lık bir başlangıç matris potansiyelinde başladığını bulmuşlardır; enfeksiyonun kaba dokulu topraklarda daha sık görüldüğü ve bazı ülkelerde zayıf toprak yapısı, yetersiz drenaj, sık sık şiddetli yağış ve sulama kullanımı (özellikle aşırı sulama) gibi faktörlerden etkilendiği görülmüştür. İstilalı toprağın yer değiştirmesi, hastalığı yaymak için çok etkili bir yoldur. *P. betae* için optimum koşullar, yüksek toprak nemi ve 15 ila 28 °C arasında değişen sıcaklıktır. 25°C civarındaki sıcaklıklar, *P. betae*'nin çimlenmesi ve gelişmesi için idealdir; kist çimlenmesi ve enfeksiyon için minimum sıcaklığın 10 ila 15°C arasında olduğu görülmüştür. Uygun koşulların yokluğunda, vektör ve virüs kompleksi bulaşıcı potansiyelini 20 yıldan fazla korur. Toprak sıcaklığı optimum seviyeye ulaştığında ve toprak nemi seviyesi yüksek olduğunda, uyuyan sporlar çimlenir ve şeker pancarı kökü için bulaşıcı olan birincil zoosporları üretir (Richards ve Tamada, 1992). Ekim tarihinin enfeksiyon üzerindeki etkisinin, ılıman bir iklimde sabit bir ekim tarihiyle ilişkili olarak yıldan yıla değişen sıcaklıklardan daha büyük olduğu gösterilmiştir (Webb ve ark., 2000). Şiddetli *rhizomania*'nın nötr veya alkali topraklarla ilişkisi, bu tür koşullar için fungus vektörünün tercih edilmesine bağlanmıştır. Yabani *Beta maritima* popülasyonunda BNYVV'nin

olmamasının, kıyı ekosistemindeki tuzlu koşullardan kaynaklandığı düşünülmüyordu (Bartsch ve Brand, 1998). Hastalık esas olarak Chenopodiaceae içindeki *Beta* türleri şeker pancarı, çeşitli yem pancarı (örn. *mangolds*), kırmızı pancar ve İsviçre pazı gibi yaprak pancarları ile sınırlıdır. Ancak ıspanak (*Spinacia oleracea*) aynı zamanda doğal ve deneysel (sistemik) bir konukçudur (Lemaire ve ark., 1988).

Mücadele:

Şu anda *P. betae*'ye karşı etkili, çevre açısından güvenli ve ekonomik bir pestisit yoktur; ayrıca biyolojik kontrol gibi alternatif kontrol stratejileri umut verici bir etkinlik göstermemiştir (Jakubíková ve ark., 2006). *Rhizomania*'ya dirençli şeker pancarı yetiştirmek, hastalığı kontrol altına almak için tek stratejidir (Scholten ve Lange, 2000). Birçok şeker pancarı ülkesinde hastalığın yüksek yayılımı nedeniyle *rhizomania*'ya dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi tek çözümdür (McGrann ve ark., 2009). Erken ekim, hastalıktan kaynaklanan verim kayıplarını azaltabilir, çünkü fungus vektörünün neden olduğu enfeksiyonun geciktirildiği veya yavaşlatıldığı durumlarda virüsün köklerde çoğalması önemli ölçüde azalabilir. *Rhizomania*'nın endemik olduğu alanlarda önerilen diğer iyileştirici önlemler, ikincil zoosporların salınmasını ve kök enfeksiyonunu uyaran aşırı yüksek toprak nem koşullarından kaçınılmasıyla ilgilidir. İyi bir toprak yapısının ve yeterli drenajın sürdürülmesi, yüksek yağış alan (Atlantik deniz bölgeleri) veya sık sık yoğun yaz yağmurları (Fransa'nın kuzey-doğusu) olan bölgelerde özellikle önemlidir. Ancak bunlardan daha da önemlisi zamanından önce sapa kalkıp yabancı bitkiler tarafından dökülen tohumlardan kaynaklanan "yabancı ot pancarı" olabilir. Yabancı otlar virüs konukçusu olup virüs çoğaltmasına devam edebilir. Bununla birlikte pancar olmayan mahsullerin çoğunda bu türler seçici herbisitler tarafından kolayca kontrol edilir.

Sonuç olarak; Şeker pancarı ürününün sulu yaprakları ve yüksek şeker içeriğine sahip kökleri bakımından doğası, onu nicel ve nitel üretimini etkileyen birçok hastalığa karşı savunmasız hale getirmektedir. Şeker pancarını etkileyen hastalıklarla ilgili tartışmamızdan, üretim üzerindeki en büyük etkinin, ekonomik ve endüstriyel değerini önemli ölçüde azaltan ciddi kök hasarlarına

(kök çürümesi) neden olan kök hastalıklarından geldiği sonucuna varabiliriz. Ayrıca, bu hastalıkları kontrol etmenin ekonomik ve etkili bir yolu pek mümkün olmamakla birlikte bu hastalıklara neden olan patojenler için elveriŐsiz koşullar sağlayan ekim için toprağın hazırlanması, dengeli gübreleme ve sulamadan başlayarak bu hastalıkların entegre kontrolünün önemlidir. Öte yandan hastalığa dayanıklı çeşitler için ıslahın ister kök hastalıkları ister yaprak hastalıkları olsun bu tür patolojik sorunlara çok önemli bir çözüm sunmaktadır.

Kaynaklar

- Andersen, B., Hansen, M., Smedsgaard, J. (2005). Automated and unbiased image analyses as tools in phenotypic classification of small-spored *Alternaria* spp. *Phytopathology*, 95: 1021-1029.
- Anees, M., Edel-Hermann, V., Steinberg, C. (2010). Build up of patches caused by *Rhizoctonia solani*. *Soil Biol. Biochem.*, 42: 1661-1672.
- Anonim (2023a). <https://www.entofito.com/seker-pancari-fungal-yaprak-hastaliklari-2/#!> (Erişim Tarihi: 05. Mayıs. 2023).
- Anonim (2023 b). <https://bku.tarimorman.gov.tr/Arama/Index?csrt=9182847716162412566> (Erişim Tarihi: 01. Mayıs. 2023).
- Anonim (2023 c). <https://www.entofito.com/seker-pancari-fungal-yaprak-hastaliklari-2/> (Erişim Tarihi: 06. Mayıs. 2023).
- Anonim (2023 d). <https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=2442&pancar-pasi-uromyces-betae-hastaligi.html> (Erişim Tarihi: 06. Mayıs. 2023).
- Asher, M.J.C., Hanson, L.E. (2006). Fungal and bacterial diseases. In: Draycott AP (ed) Sugar beet, 1stedn. Blackwell Publishing Ltd., pp 286-315.
- Babu, G.P., Paramageetham, C.H., (2013). Biocontrol of *Sclerotium rolfsiia* polyphagous plant pathogen by pseudomonas aeruginosa isolated from forest litter. *Int. J. Res. Plant. Sci.*, 3: 1-4.
- Baltaduonytė, M., Dabkevičius, Z., Brazienė, Z., Survilienė, E. (2013). Dynamics of spread and control of *Cercospora* (*Cercospora beticola* Sacc.) and *ramularia* (*Ramularia beticola* Fautrey & F. Lamb.) leaf spot in sugar beet crops. *Zemdirbyste-Agric.*, 100: 401-408.
- Bartholomäus, A., Mittler, S., Märländer, B., Varrelmann, M. (2017). Control of *Rhizoctonia solani* in sugar beet and effect of fungicide application and plant cultivar on inoculum potential in the soil. *Plant. Dis.*, 101 (6): 941-947.
- Bartsch, D., Brand, U. (1998). Saline soil condition decreases rhizomania infection of *Beta vulgaris*. *Journal of Plant Pathology*, 80, 219-223.
- Bashan, Y. (1997). Alternative strategies for controlling plant diseases caused by *Pseudomonas syringae*. In: Rudolph, K., Burr, T.J., Mansfield, J.W., Stead, D., Vivian, A., von Kietzell, J. (eds) *Pseudomonas syringae*

- pathovars and related pathogens, *Developments in plant pathology*, vol 9. Springer, pp 575-583.
- Benada, J., Špaček, J., Šedivy, J. (1984). Atlas chorób i szkodników buraka. PWRiL, Warszawa
- Bennett, C.W., Leach, L.D. (1971). Disease and their control. In: Johnson, R.T., Alexander, J.T., Rush, G.E., Hawkes, G.R. (eds) *Advances in Sugarbeet Production: Principles and Practices*. Iowa State University, IA, pp. 223-285.
- Booth, C. (1977). *Fusarium* laboratory guide to the identification of the major species. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, pp 130-153.
- Bosch, U., Mirocha, C.J. (1992). Toxin production by *Fusarium* species from sugar beets and natural occurrence of zearalenone in beets and beet fibers. *Appl. Environ. Microbiol.*, 3233-3239.
- Brown, N.A., Jamieson, C.O. (1913). A bacterium causing a disease of sugar beet and nasturtium leaves. *Journal of Agricultural Research*, 1, 189-210.
- Buddemeyer, J., Märländer, B. (2005). Genotypic reaction of sugar beet to *Rhizoctonia solani* root and crown rot susceptibility, yield and quality at different levels of infestation. *J. Plant. Dis. Prot.*, 112:105-117.
- Bugbee, W.M. (1979). Pleospora bjoerlingii in the USA. *Phytopathology*, 69: 277-278.
- Bugbee, W.M., Soine, O.C. (1974). Survival of Phomabetae in soil. *Phytopathology*, 64: 1258-1260
- Buhre, C.C., Kluth-Bürcky, K., Märländer, B., Varrelmann, M. (2009). Integrated control of root and crown rot in sugar beet: combined effects of cultivar, crop rotation, and soil tillage. *Plant. Dis.* 93: 155-161
- Byford, W.J. (1996). A survey of foliar diseases of sugar beet and their control in Europe. In Proceedings of the 59th IIRB conference, 10. Caesar-TonThat, T.C., R.T
- Chen, L.F., Kelly-Clark, B., Gilbertson, R.L. (2010). Characterization of Curtoviruses associated with curly top disease of tomato in California and monitoring for these viruses in beet leafhoppers. *Plant. Dis.*, 94:99-108.

- Chihara, A., Oikawa, H., Hayashi, K., Sakamura, S., Furusaki, A., Matsumoto, T. (1983). Structures of betaenones A and B, novel phytotoxins from *Phoma betae*. *Fr. J. Am. Chem. Soc.*, 105: 2907-2908.
- Cooke, D.A., Scott, R.K. (1995). The sugar beet crop. Chapman & Hall Publisher, New York, London Paris, p 657.
- Costa, J.M., Loper, J.E. (1994). Derivation of mutants of *Erwinia carotovora* subsp. *beta vasculorum*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 60 (7): 2278-2285.
- Douglas, P., Collins, A., Barry, J., Jacobsen, B., Maxwell, B. (2003). Spatial and temporal population dynamics of a phyllosphere colonizing *Bacillus subtilis* biological control agent of sugar beet cercospora leaf spot. *Biol. Control.*, 26: 224-232.
- Duffus, J.E., Ruppel, E.G. (1993). Diseases. In: Cooke, D.A. & Scott, R.K. (eds) *The Sugar Beet Crop*. Chapman and Hall, London, pp. 346-427.
- Dwivedi, S.K., Ganesh, P. (2016). Integrated management of sclerotium rolfsii: an overview. *Eur. J. Biomed. Pharm. Sci.*, 3: 137-146.
- El-Kholi, M.A., Esh, A.M.H. (2011). Comparative structural and biochemical study on calcium effects on *cercospora* leaf spot disease of sugar beet. *Mansoura J. Plant. Prot. Pathol.*, 2: 85-97.
- El-Kholi, M.M., Ragab, M.M., Hussein, M.Y. (1994). *Alternaria* leaf spot of sugar beet in Egypt. *Egypt. J. Phytopathol.*, 2: 179-193.
- El-Kholi, M.M.A. (1979). Studies on root-rot of sugar beet in Egypt. M.Sc. Thesis, Fac. Agric., Ain Shams Univ., pp 81.
- El-Kholi, M.M.A., Aly, A.Z., Esh, A.M.H. (2005). Enzymatic activity and isozymes patterns in mature healthy and infected (*Rhizoctonia solani*) sugar beet roots. *Egypt. J. Agric. Res.*, 2: 225-241.
- Esh, A.M.H., Atia, M.M.M., Tohamy, M.R.A., Taghian, S. (2011a) Systemic resistance in sugar beet elicited by non-pathogenic, phyllosphere-colonizing *Bacillus pumilus* and *B. Subtilis* against the pathogen *Cercospora beticola* sacc. *Mansoura J. Plant. Prot. Pathol.*, 2: 67-83.
- Esh, A.M.H., El-Kholi, M.A.M., Shadia, T. (2011b). Antagonistic activities of *Bacillus amyloliquefaciens* from phyllosphere of sugar beet against *Cercospora beticola* sacc. *Mansoura J. Plant. Prot. Pathol.*, 2: 99-116.
- Esh, A.M.H., El-Kholi, M.M.A. (2003). *Sclerotium rolfsii* saac. Root rot and its effect on sugar beet quality. Proceedings of First Conference on Farm

- Integrated Pest Management, Fac. Agric, Fayoum Univ. Egypt, pp. 72-80.
- Esh, A.M.H., El-Kholi, M.M.A. (2007). First record of the perfect stage of powdery mildew of sugar beets in Egypt. *Zagazig J. Agric. Res.*, 85: 1263.
- Esh, A.M.H., El-Kholi, M.M.A., Aly, A.Z., Shalaby, M.S. (2004). Characterization and diversity of *Rhizoctonia solani* Kuhn infecting sugar beet under Egyptian conditions. Proceeding of the International Conference of Genetic Engineering and its Applications Sharm El-Shaikh, Egypt, pp. 299-316.
- Esh, A.M.H., Moghaieb, R.E.A. (2011). Analysis of morphological, pathological and genotypic diversity in (*Cercospora beticola* sacc.) from different sugar beet cultivation in Egypt. *Arab. J. Biotechnol.*, 14: 77-88.
- Esh, A.M.H., Taghian, S. (2022). Etiology, Epidemiology, and Management of Sugar Beet Diseases. Chapter 25, Sugar Beet Cultivation, Management and Processing Volume 1, edt Misra, V., Srivastava, S., Mall A.S. Springer, ISBN 978-981-19-2729-4.
- Esh, A.M.H., Shalaby, M.S. (2008). Environmentally safe compounds in controlling sugar beet powdery mildew. *Egypt. J. Appl. Sci.*, 23: 447-461.
- Fassihiani, A., Nedaeni, R. (2008). Characterization of Iranian *Pectobacterium carotovorum* strains from sugar beet by phenotypic tests and whole-cell proteins profile. *J. Phytopathol.*, 156: 281-286.
- Franc, G.D. (2010). Ecology and epidemiology of *Cercospora beticola*. In: Lartey, R.T., Weiland, J.J., Panella, L., Crous, P.W., Windels, C.E. (eds) *Cercospora* leaf spot of sugar beet and related species. The American Phytopathological Society, St. Paul, MN, pp 7-19.
- Garibaldi, A., Gilardi, G., Bertetti, D., Gullino, M.L. (2007). First report of leaf spot and root rot caused by Phomabetae on *Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* (garden beet group) in Italy. *Plant. Dis.*, 91: 1515.
- Gerik, J.S., Hubbard, J.C., Fus, J.E. (1990). Soil matric potential effects on infection by *Polymyxa betae* and BNYVV. In: *Proceedings of the First Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors*. Braunschweig, Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 75-78.

- Giannopolitis, C.N. (1978). Lesions on sugarbeet roots caused by *Cercospora beticola*. *Plant Disease Reporter*, 62, 424-427.
- Goodwin, S.B., Dunkle, L.D., Zismann, V.L. (2001). Phylogenetic analysis of *Cercospora* and *Mycosphaerella* based on the internal transcribed spacer region of ribosomal DNA. *Phytopathology*, 91: 648-658.
- Groenewald, M., Groenewald, J.Z., Harrington, T.C., Abeln, E.C.A., Crous, P.W. (2006). Mating type gene analysis in apparently asexual *Cercospora* species is suggestive of cryptic sex. *Fungal. Genet. Biol.*, 43: 813-825.
- Groenewald, M., Groenewald, J.Z., Linde, C.C., Crous, P.W. (2007). Development of polymorphic microsatellite and single nucleotide polymorphism markers for *Cercospora beticola* (Mycosphaerellaceae). *Mol. Ecol. Notes.*, 7: 890-892.
- Halloin, J.M. (1994). Localization of phenolic compounds in crowns and roots of healthy and *Rhizoctonia solani* infected sugar beet. *Plant. Sci. Limerick.*, 99 (2): 223-228.
- Harveson, R.M. (2006). Identifying and distinguishing seedling and root rot diseases of sugar beet. *Plant Health Progress*. <https://doi.org/10.1094/PHP-2006-0915-01-DG>.
- Harveson, R.M., Rush, C.M. (1998). Characterization of *Fusarium* root rot isolates from sugar beet by growth and virulence at different temperatures and irrigation regimens. *Plant. Dis.*, 82: 1039-1042.
- Hirano, S.S., Upper, C.D. (1990). Population biology and epidemiology of *Pseudomonas syringae*. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 28: 155-177.
- Horn, J., Lauster, S., Krenz, B., Kraus, J., Frischmuth, T., Jeske, H. (2011). Ambivalent effects of defective DNA in beet curly top virus-infected transgenic sugar beet plants. *Virus Res.*, 158: 169-178.
- Horn, J., Lauster, S., Krenz, B., Kraus, J., Frischmuth, T., Jeske, H. (2011). Ambivalent effects of defective DNA in beet curly top virus-infected transgenic sugarbeet plants. *Biology*, 158: 1-2, 169-178. DOI:10.1016/j.virusres.2011.03.029.
- Hudec, K., Rohacik, T. (2002). *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler new pathogen on sugar beet leaf in Slovakia. *Plant. Prot. Sci.*, 38: 81-82.
- Hull, R. (1960). *Sugar Beet Diseases*. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Bulletin no. 142, HMSO, London.

- Jakubíková, L., Vubíková, Š., Nemčovič, M., Farkaš, V. (2006). Selection of natural isolates of *Trichoderma* spp. for biocontrol of *Polymixa betae* as a vector of virus causing rhizomoniain sugar beet. *Biology.*, 61: 347-351.
- Janssen, G.J.W., Nihlgard, M., Kraft, T. (2003). Mapping of resistance genes to powdery mildew (*Erysiphe betae*) in sugar beet. *International Sugar Journal*, 105: 448-451.
- Koenig, R., Lennefors, B.L. (2000). Molecular analyses of European A, B and P type sources of beet necrotic yellow vein virus and detection of the rare P type in Kazakhstan. *Arch. Virol.*, 145: 1561-1570.
- Koppanyi, M., Nagy, I., Zsembery, S., Bodis, Z. (1993). A Macrophomina wilt and root rot of sugar beet. *Cukoripar* 46:121-124. (c.f. CAB Abstracts 1995).
- Kristoffersen, R., Hansen, A.L., Munk, L., Cedergreen, N., Jørgensen, L.N. (2018). Management of beet rust in accordance with IPM principles. *Crop. Prot.*, 111: 6-16.
- Lamichhane, J.R., Durr, C., Schwanok, A.A., Robin, M.H., Sarthou, J.P., Cellier, V., Messean, A., Auberlot, J.N. (2017). Integrated management of damping-off diseases. A review. *Agron. Sustain. Dev.*, 37: 2-25.
- Larson, B.J. (2004). Integrated management of *Cercospora* leaf spot on sugar beet. M.Sc. Montana Univ. USA, pp 121.
- Lawrence, D.P., Rotondo, F., Gannibal, P.B. (2016). Biodiversity and taxonomy of the pleomorphic genus *Alternaria*. *Mycol. Progr.*, 15: 3.
- Lazarev, A.M. (2009). *Xanthomonas beticola*. Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries. Economic plants and their diseases, pests and weeds. http://www.agroatlas.ru/en/content/diseases/Beta_alba/Beta_alba_Xanthomonas_beticola/. Accessed 14 Mar 2016.
- Lemaire, O., Merdinoglu, D., Valentin, P., Putz, C., Ziegler-Gruff, V., Guilley, H., Jonard, G., Richards, K. (1988). Effect of *Beet necrotic yellow vein virus* RNA composition on transmission by *Polymyxa betae*. *Virology*, 162: 232-235.
- Lewellen, R.T., Schrandi, J.K. (2001). Inheritance of powdery mildew resistance in sugar beet derived from *Beta vulgaris* sub sp. *maritima*. *Plant. Dis.*, 95: 627-631.

- Liebe, S., Wibberg, D., Winkler, A., Pühler, A., Schlüter, A., Varrelmann, M. (2016). Taxonomic analysis of the microbial community in stored sugar beets using high-throughput sequencing of different marker genes. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 92.
- Luterbacher, M.C., Asher, M.J.C., DeAmbrogio, E., Biancardi, E., Stevenato, P., Frese, L. (2004). Sources of resistance to diseases of sugar beet in related *Beta* germplasm: I. Foliar diseases. *Euphytica*, 39: 105-121.
- Mafakheri, H., Taghavi, S.M., Banihashemi, Z., Osdaghi, E., Lamichhane, J.R. (2016). Pathogenicity, host range and phylogenetic position of *Agrobacterium* species associated with sugar beet crown gall outbreaks in southern Iran. *Eur. J. Plant. Pathol.*, 147.
- Martin, H.L. (2003). Management of soil-borne diseases of beetroot in Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture.*, 43: 1281-1292.
- Martyn, R.D., Rush, C.M., Biles, C.L., Baker, E.H. (1989). Etiology of a root rot disease of sugar beet in Texas. *Plant. Dis.*, 73: 879-884.
- Mcfarlane, J.S., Roy, B., Snyder, W.C. (1954). An *Alternaria* leaf spot of the sugar beet. Proceedings of American Society of Sugar Beet Technologists Eighth General Meeting, pp. 240-246
- McGrann, G.R., Grimmer, M.K., Mutasa-Göttgens, E.S., Stevens, M. (2009). Progress towards the understanding and control of sugar beet *rhizomania* disease. *Mol. Plant. Pathol.*, 10: 129-141.
- Meriggi, P., Rosso, F., Ioannides, P.M., Ayala-Garcia, J. (2000). Fungicide treatments against *Cercospora* leaf spot in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Adv. Sugar. Beet. Res. IIRB.*, 2: 77-102.
- Miller, J., Rekoske, M., Quinn, A. (1994), Genetic resistance, fungicide protection and variety approval policies for controlling yield losses from *Cercospora* leaf spot infection. *J. Sugar Beet Res.*, 31: 7-12
- Misra, V., Mall, A.K., Kumar, M., Srivastava, S., Pathak, A.D. (2020). Identification of two new *Alternaria* isolates on sugar beet (*Beta vulgaris* L.) plants in Lucknow, India. *Arch. Phytopathol. Plant. Protect.*, 54 (3-4): 164-176.
- Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (2022). Sugar Beet Cultivation, Management and Processing, Vol. 1., ISBN:978-981-19-2729-4.

- Moliszewska, E., Nabrdalik, M., Piszczek, J. (2016). Tubercle disease (*Xanthomonas beticola*) and other gall-malformed diseases of sugar beet roots: a review. *J. Plant. Dis. Prot.*, 123: 197-203.
- Mukhopadhyay, A.N. (1987). Handbook on disease of sugar beet, vol I. CRC Press, Boca Raton, FL, p 196.
- Mukhopadhyay, A.N., Russell, G.E. (1979a). Light and scanning microscopy of sugar beet powdery mildew. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 72: 316-319.
- Mukhopadhyay, A.N., Russell, G.E. (1979b). Development of *Erysiphe betae* on leaves of four sugar beet varieties. *Phytopathology Z.*, 96: 15-20.
- Mulder, J.L., Holliday, P. (1974). *Mycosphaerella fijiensis* CMI descriptions of pathogenic fungi and Bacteria n_ 413. CMI.
- Oerke, E.C., Leucker, M., Steiner, U. (2019). Sensory assessment of *Cercospora beticola* sporulation for phenotyping the partial disease resistance of sugar beet genotypes. *Plant Methods*, 15: 133-144.
- O'Sullivan, E. (1996). Effect of fungicides on the incidence of rust disease, root yield and sugar content in sugar beet. *Irish J. Agric. Food. Res.*, 35: 159-164.
- Ostry, V. (2008). *Alternaria* mycotoxins: an overview of chemical characterization, producers, toxicity, analysis and occurrence in foodstuffs. *World Mycotoxin J.*, 1: 175-188.
- Payne, P.A., Asher, M.J.C., Kershaw, C.D. (1994). The incidence of *Pythium* spp. and *Aphanomyces cochlioides* associated with the sugar beet growing soils in Britain. *Plant. Pathol.*, 43: 300-308.
- Pervin, L., Islam, M.S. (2015). System dynamics approach for modeling of sugar beet yield considering the effects of climatic variables. *J. Sci. Food. Agric.*, 95: 515-521.
- Pethybridge, S.J., Kikkert, J.R., Hanson, L.E., Nelson, S.C. (2018). Challenges and prospects for building resilient disease management strategies and tactics for the New York table beet industry.
- Pinheiro, V.R., Seixas, C.D.S., Godoy, C.V., Soares, R.M., de Oliveira, M.C.N., Almeida, Á.M.R. (2010). Development of *Sclerotium rolfsii*, sclerotia on soybean, corn and wheat straw, under different soil temperature and moisture contents. *Pesq. Agropec. Bras.*, 45: 332-334.

- Rangel, L.I., Spanner, R.E., Eber, M.K., Pethybridge, S.J., Stukenbrock, E.H., de Jonge, R. (2020). *Cercospora beticola*: the intoxicating lifestyle of the leaf spot pathogen of sugar beet. *Mol. Plant. Pathol.*, 21: 1020-1041.
- Richards, K.E., Tamada, T. (1992). Mapping functions on the multipartite genome of beet necrotic yellow vein virus. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 30: 291-313.
- Roberts, D.L., Herr, L.J. (1979). Soil populations of *Rhizoctonia solani* from areas of healthy and diseased beets within four sugar beet fields differing in soil texture. *Can. J. Microbiol.*, 25: 902-910.
- Rossi, V., Meriggi, P., Biancardi, E., Rosso, F. (2000). Effect of *Cercospora* leaf spot on sugar beet growth, yield and quality. In: Asher, M.J.C., Holtschulte, B., Richard-Molard, M., Rosso, F., Rotondo, F., Vrisman, C.M., Rani, R., Testen, A.L., Deblais, M.S.A. (2020). First report of *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* causing bacterial leaf spot on common beet (*Beta vulgaris*) in Ohio. *Plant. Dis.* 104: 561-561.
- Ruppel, E.G. (1973). Histopathology of resistant and susceptible sugar beet roots inoculated with *Rhizoctoniasolani*. *Phytopathology*, 63: 871-873.
- Ruppel, E.G. (1986). *Cercospora* leaf spot. In: Whitney ED, Duffus JE (eds) Compendium of beet diseases and insects. *American Phytopathological Society*, St. Paul, pp 8-9
- Ruppel, E.G., Tomasovic, B.J. (1977). Epidemiological factors of sugar beet powdery mildew. *Phytopathology*, 67: 619-621.
- Russell, G.E. (1965). The control of *Alternaria* species on leaves of sugar beet infected with yellowing viruses. I. Some effects of four fungicides on two beet varieties. *Annals of Applied Biology*, 56: 111-118.
- Schneider, C.L., Whitney, E.D. (1986). Root diseases caused by fungi. In: Whitney, E.D., Duffus, J.E. (eds) Compendium of beet diseases and insects. APS Press, St. Paul., MN, pp 17-23.
- Scholten, O.E., Lange, W. (2000). Breeding for resistance to *rhizomania* in sugar beet: a review. *Euphytica*, 112: 219-231.
- Shane, W.W., Teng, P.S. (1992). Impact of *Cercospora* leaf spot on root weight, sugar yield, and purity of *Beta vulgaris*. *Plant. Dis.*, 76: 812-820.
- Smith, G.A., Campbell, L.G. (1996). Association between resistance to *Cercospora* and yield in commercial sugar beet hybrids. *Plant. Breed.*, 115: 28-32.

- Smith, G.A., Gaskill, J.O. (1970). Inheritance of resistance to *Cercospora* leaf spot in sugar beet. *J. Am. Soc. Sugar. Beet. Technol.*, 16: 172-180.
- Smith, G.A., Ruppel, E.G. (1973). Association of *Cercospora* leaf spot, gross sucrose, percentage sucrose, and root weight in sugar beet. *Can. J. Plant. Sci.*, 53: 695-696.
- Stanley, J. (2008). Beet curly top virus. In: Brian WJ, Mahy Marc HV, Regenmortel V (eds) *Encyclopedia of virology*, 3rd edn. Academic Press, pp 301-307.
- Stenger, D.C., McMahon, C.L. (1997). Genotypic diversity of *Beet curly top virus* populations in the western United States. *Phytopathology*, 87: 737-744.
- Stephens, P.M., Grawley, J.J., O'Connell, C. (1993). Selection of pseudomonad strains inhibiting *Pythium ultimum* on sugar beet seeds in soil. *Soil Biol. Biochem.*, 25 (9): 1283-1288.
- Stewart, E.L., Liu, Z., Crous, P.W., Szabo, L.J. (1999). Phylogenetic relationships among some cercosporoid anamorphs of *Mycosphaerella* based on rDNA sequence analysis. *Mycological Research* 103, 1491-1499.
- Stojšin, V.J., Balaž, D., Budakov, S., Stanković, I., Nikolić, Ž., Ivanović, P.T. (2015). First report of *Pseudomonas syringae* pv. *aptata* causing bacterial leaf spot on sugar beet in Serbia. *Plant Dis.*, 99: 281.
- Strausbaugh, C.A., Gillen, A.M., Gallian, J.J., Camp, S., Stander, J.R. (2006). Influence of host resistance and insecticide seed treatments on curly top in sugar beets. *Plant. Dis.*, 90 (12): 1539-1544.
- Sutton, J.C., Sopher, C.R., Liu, T.N., Grodzinski, B., Hall, J.C., Benchimol, R.L. (2006). Etiology and epidemiology of *Pythium* root rot in hydroponic crops: current knowledge and perspectives. *Summa Phytopathol.*, 32: 307-321.
- Taghian, S., Esh, A.M.H., Aly, A.Z., Tohamy, M.R.A. (2008). *Bacillus subtilis* as bioagent used to control *cercospora* sugar beet leaf spot disease. *Zagazig J. Agric. Res.*, 35: 210-224.
- Tamada, T. (1975). Beet necrotic yellow vein virus. CMI/AAB descriptions of plant viruses No. 144. *Association of Applied Biologists*, Wellesbourne.

- Tamada, T. (1999). Benyviruses. In: Granoff, A., Webster, R.G. (eds) *Encyclopedia of Virology 2nd edition*. Academic Press, San Diego, pp. 154-160.
- Tamada, T., Baba, T. (1973). *Beet necrotic yellow vein virus* from rhizomania-affected sugar beet in Japan. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 325-332.
- Thachab, T., Munkb, L., Hansenc, A.L. (2013). Disease variation and chemical control of *Ramularia* leaf spot in sugar beet. *Crop. Prot.*, 51: 68-76.
- Thomas, P.E. (1970). Isolation and differentiation of five strains of curly top virus. *Phytopathology*, 60: 844-848.
- Thomson, S.V., Schroth, M.N., Hills, F.J., Whitney, E.D., Hilbrand, D.C. (1977). Bacterial vascular necrosis and rot of sugar beet: general description and etiology. *Phytopathology*, 67:1183-1189.
- Tomkins, C.M. (1938). Charcoal rot of sugar beet. *Hilgardia*, 12: 75-81.
- Vaghefi, N., Silva, A., Koenick, L.B., Pethybridge, S.J. (2019). Genome resource for *Neocamarosporium betae* (syn. *Pleospora betae*), the cause of *Phoma* leaf spot and root rot on *Beta vulgaris*. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 32: 787-789.
- Vera, S., Dragana, B., Ferenc, B., Nadežda, D., Ranko, M. (2012). Morphological, cultural and pathogenic characteristics of *Macrophomina phaseolina* isolates from sugar beet. Proceedings of the international symposium on current trends in plant protection, Belgrade, Serbia, pp 251-256.
- Vincelli, P. (2008). Seed and seedling diseases of corn: plant pathology fact sheet University of Kentucky College of Agriculture PPF5-AG-C-02.
- Voegele, R.T., Hahn, M., Mendgen, K. (2009). The Mycota, 5. Plant relationships, chapter the Uredinales: cytology, biochemistry, and molecular biology, 2nd edn. Springer, pp 69-98.
- Von-Bretzel, P., Stanghellini, M.E., Kronland, W.C. (1988). Epidemiology of *Pythium* root rot of mature sugar beets. *Plant. Dis.*, 72: 707-709.
- Wang, Y., Bao, Z., Zhu, Y., Hua, J. (2009). Analysis of temperature modulation of plant defense against biotrophic microbes. *Mol. Plant-Microbe Interact.*, 22: 498-506.

- Webb, C.R., Gilligan, C.A., Asher, M.J.C. (2000). Modelling the effect of temperature on the development of *Polymyxa betae*. *Plant Pathology* 49: 600-607.
- Weiland, J., Koch, G. (2004). Sugar beet leaf spot disease (*Cercospora beticola* Sacc.). *Mol. Plant. Pathol.*, 5 (3): 157-166.
- Whitney, E.D., Duffus, J.E. (1986). Compendium of beet diseases and insects. *American Phytopathological Society*, St. Paul, MN
- Wright, B., Prowse, H., Whipps, J.M. (2003). Microbial population dynamics on seeds during drum and steeping priming. *Plant and Soil.*, 255: 631-640.
- Xin, X.F., Kvitko, B., He, S.Y. (2018). *Pseudomonas syringae*: what it takes to be a pathogen. *Nat. Rev. Microbiol.*, 16: 316-328.
- Zachow, C., Fatehi, J., Cardinale, M., Tilcher, R., Berg, G. (2010). Strain-specific colonization pattern of *Rhizoctonia* antagonists in the root system of sugar beet. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 74 (1): 124-135.

BÖLÜM 9

ŞEKER PANCARI ZARARLILARI VE ENTEGRE ZARARLI YÖNETİMİ

Arş. Gör. Muhammed TATAR¹

Doç. Dr. Emre EVLİCE²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206218>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye, E-mail: mtatar@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8312-8434

² Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye, E-mail: emre.evlice@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6402-0287

Şeker Pancarı Zararlıları Ve Entegre Zararlı Yönetimi

Dünyada doğrudan tüketilen Şeker üretiminde ham madde kaynağı olarak Şeker kamışı ve Şeker pancarı kullanılırken dünya genelinde Şeker üretiminin %80'i Şeker kamışından %20'si ise Şeker pancarından sağlanmaktadır. Şeker, istihdam ve sanayide önemli bir yere sahip olup Türkiye'de iklim ve toprak şartlarının uygunluğu nedeniyle üretilen Şekerin tamamı Şeker pancarından elde edilmektedir. Türkiye, 336.348 ha üretim alanı ve 23 milyon ton üretimle dünyada 5. büyük Şeker pancarı üreticisi durumundadır (FAO, 2020). Birçok diğer ürüne kıyasla birim alandan elde edilen gelirin yüksek olması Şeker pancarı üretiminin günden güne artışına neden olmaktadır. Ayrıca Şeker pancarı üretiminin kendinden sonra ekilen ürünlerde verim artışı sağlaması, Şeker pancarına alternatif tarım ürünleri olan ayçiçeğine göre 5, buğdaya göre 20 kat daha fazla istihdam oluşturması ve ekimi yapılan alanda eşdeğer bir orman alanına kıyasla üç kat daha fazla oksijen üretimi sağlaması gibi yan faydaları da bulunmaktadır (Anonim, 2022).

Kökleri yüksek düzeyde sükroz içermesi nedeniyle özellikle ticari olarak Şeker üretimi için kullanılan Şeker pancarı ayrıca içecek, hayvan yemi, fırıncı mayası, etanol, bütanol ve yoğun kar yağışı sırasında buzlanmayı gidermek için melastan üretimi ve alternatif enerji kaynağı gibi birçok yan ürün de sağlamaktadır (Rashid, 1999; Pathak ve ark., 2017; Misra ve ark., 2020; Mall ve ark., 2021). Şeker pancarı, öncelikle ılıman iklime sahip alanlarda yetiştirilmekle beraber ıslah çalışmaları sonucunda üretim alanını kış mevsiminde de yetiştirilebileceği subtropik bölgelere kadar genişletmiştir (Solomon, 2013).

Pek çok tarımsal ekosistemde de olduğu gibi Şeker pancarının da belirli koşullar altında üretimi ekonomik anlamda sınırlayabilen zararlılar bulunmaktadır (Dunning ve Byford, 1982; Lange ve Suh, 1980). Şeker pancarı yetiştiriciliğinde 150'den fazla zararlı türü verim ve kalite açısından zarar oluştururken bu türlerin 40-50'si doğrudan veya dolaylı olarak toprak altı aksamda zarar yapmaktadır (Bassyouny, 1993). Şeker pancarının farklı büyüme aşamalarında çok sayıda zararlı rapor edilmiştir. Bu türlerden bazıları ana zararlı durumundayken bazı türler ise ciddi bir zarara yol açmayacak kadar düşük popülasyon seviyelerinde bulunmaktadır. Pancar bitkisi vejetasyon dönemi boyunca bu etmenlerin zararına uğramakla beraber her bir türün göreceli önemi tarladan tarlaya, ülkeden ülkeye veya yıldan yıla, çevresel şartlara

ve/veya yetiştirilen çeşide bağlı olarak değişmektedir. Türkiye’de şeker pancarı üretiminde ekonomik anlamda zarar yapan en önemli türler; bozkurtlar (*Agrotis ipsilon*, *A. segetum*), kalkan böcekleri (*Cassida* spp.), kırkayaklar (*Blaniulus* spp.), şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*), telkurtları (*Adrastus pusillus*, *Agriotes* spp., *Athous* spp., *Drasterius bimaculatus*, *Melanotus brunripes*), yaprakkurtları [çizgili yaprakkurdu (*Spodoptera exigua*), gamalı kelebek (*Plusia gamma*), çadır tırtılları (*Arctia villica*, *Arctia caja*)] ve yaykuyruklular (*Folsomia* spp., *Onychiurus* spp., *Sminthurus* spp., *Bourletiella* spp.)’dır (Anonim, 2023a). Tel kurtları, yaykuyruklular, kök kurtları, toprak akarları, kesici kurtlar ve diğer haşereler, çimlenmekte olan tohumların veya genç fidelerin ekilmesi ve gelişimi sırasında sıklıkla bulunurlar (Baker ve Dunning, 1975; Rimsa, 1979).

Mücadele kapsamında doğal düşmanların çoğalması ve korunmasına daha fazla önem verilmesi gerekmektedir. Bu nedenle üreticilerin şeker pancarında sorun olan zararlılar ve bu zararlıların kontrolünde kullanılabilecek entegre mücadele yönetimi stratejileri hakkındaki bilgi seviyelerinin artırılması gerekmektedir. Mücadeleye karar vermeden önce mücadele edeceğimiz zararlının biyolojisi ve morfolojisinin bilinmesi önem arz etmektedir. Ayrıca uygulanacak mücadele programı içerisinde pestisit kullanımının azaltılarak parazitoidlerin ve predatör avcılarının doğal oluşumunu teşvik edecek mücadele programlarının oluşturulması gerekmektedir.

Bu bölüm kapsamında şeker pancarı üretiminde zarar yapan önemli zararlıları; yaprakla beslenen ve delen, kökle beslenen, emerek zarar yapanlar ve virüs vektörü olanlar olmak üzere dört genel başlık halinde toplayarak bu zararlıların zarar şekilleri ve ekonomik önemleri ile entegre mücadele programı kapsamında uygulanabilecek mücadele araçları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

1. Yaprakla Beslenen ve Delen Zararlılar

Bu zararlılar, şeker pancarının vejetatif gelişiminin çeşitli aşamalarında yapraktan geriye sadece orta damarın veya damar ağının kalacağı şekilde beslenerek bitkide ciddi zarara neden olmaktadır (Avasthy ve Srivastava, 1972).

1.1. Şeker Pancarı Güvesi (*Scrobipalpa ocellatella*)

Yumurtadan yeni çıkan larvalar yaprak saplarında veya orta yapraklarda saklanırlar. Geç ekilen şeker pancarında yüksek sayıdaki larva, yaşlı yapraklara ve yaprak saplarına zarar verir (Renou ve ark., 1980; Khalifa, 2017). Pancar yaprak güvesinin ilk zararı aralık ayı sonuna doğru görülürken bu zarar şeker pancarı yetiştirme sezonunun sonuna doğru kademeli olarak artmaktadır (Amin ve ark., 2008; Khalifa, 2018). Larvalar yaprakları ve kökleri yiyerek köklerin çürümesine neden olmakla birlikte kök verimine bağlı olarak şeker içeriğinin azalmasına da neden olmaktadır (Valic ve ark., 2005) (Şekil 1). Etmenin zararı sonucu kök ağırlığında düşüş görülmekte olup yoğun bulaşıklık durumunda kök ağırlığında ve şeker içeriğinde sırasıyla %38.20 ve %52.40'lık bir azalma meydana gelmektedir (Abo-Saied, 1987).



Şekil 1. *Scrobipalpa ocellatella* ergin, larva ve zararı (Anonim, 2023b)

1.2. Şeker Pancarında Yaprakkurtları (*Spodoptera exigua*, *S. litura*, *Plusia gamma*, *Arctia villica* ve *Arctia caja*)

Yaprakkurtları polifag zararlılar olup geniş bir konukçu yelpazesinde zarar yapmaktadırlar. (Manoharan ve ark., 2010). Asya kıtasının en önemli zararlılarından biri olmakla birlikte çevresel şartların uygun olduğu üretim alanlarının tamamında görülebilmektedir. Özellikle *S. exigua* olmak üzere zarar düzeyleri son derece yüksek olup popülasyon seviyesinin yüksek olduğu durumlarda beslenmeleri sırasında pancar yapraklarının tamamını yiyerek sadece damarların kalmasına neden olurlar (Anonim, 2023a). Daha yaşlı larvalar ise tek başlarına görülmelerine rağmen, yaprakları kısa sürede tüketerek yapraklarda büyük düzensiz deliklerin oluşumuna neden olurlar. Bu

zarar sonucunda yaprakların tamamen tüketilmesi ve bitkinin baş kısmından başlayarak ana kökten aşağıya doğru yenmesi ile bitkinin yeniden yaprak sürme imkanının ortadan kalktığı görülür. İklimsel ve ekolojik durumlara uyum sağlama ve yeni alanlara yayılma açısından büyük bir potansiyele sahiptirler. Pancar tarlasında genç larvalar oluştuğunda ve yapraklara %40-60 oranında zarar verdiğinde tam yaprak dökümü görülmektedir. Ekonomik kayıplar genellikle %20-30 arasında değişmektedir (Kapur ve ark., 2008). Etmen sadece pancar yapraklarında zarar oluşturmamaktadır. Özellikle gün boyunca toprakta saklanan olgun larvalar, köklerde de beslenerek zarar yapabilmektedir (Kumar ve Regupathy, 2000; Santeshwari ve ark., 2020) (Şekil 2).

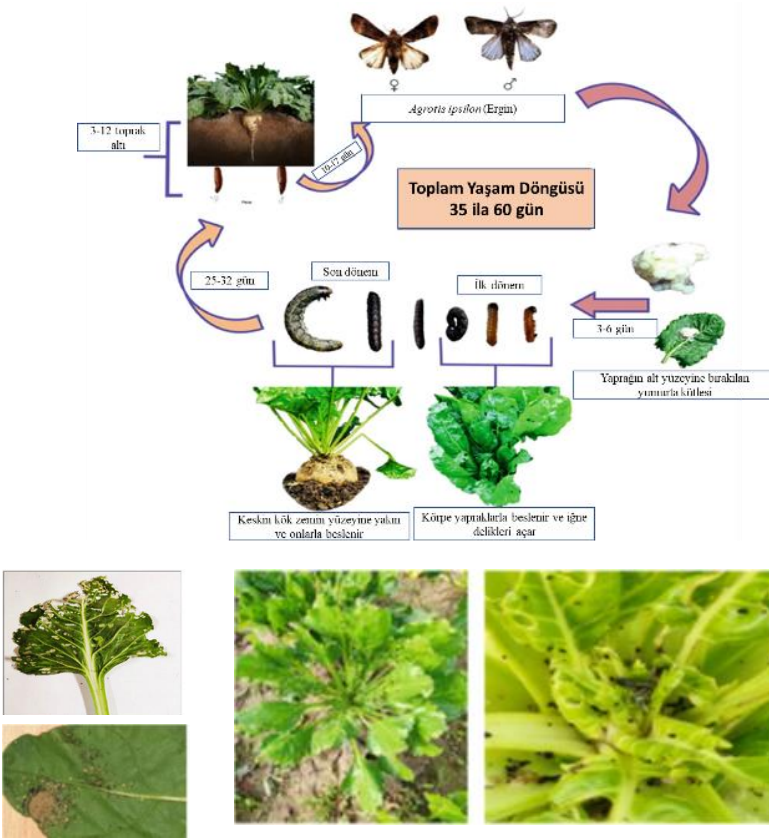


Şekil 2. Şeker pancarı yaprak kurdunun pancar yapraklarındaki zararı (Anonim, 2023a)

1.3. Bozkurtlar (*Agrotis ipsilon* ve *A. segetum*)

Geniş bir ürün yelpazesine sahip polifag zararlılardır. Bozkurt zararı, çenek yaprakların çıkışından önce başlar, hasadın son dönemlerine kadar devam eder. Yumurtadan çıkan larvalar ilk iki dönemlerinde yaprakları toprak yüzeyine kadar yerler veya onları yer seviyesinde kırarak bitki hacmini azaltırlar. Üçüncü dönemden itibaren toprağın daha derinlerine inen olgun larvaların zararı sonucunda bazı bitkilerin toprak seviyesinin hemen altından kesilmiş oldukları görülür. Bu zarar sonucunda tarlalarda genellikle kelleşmeler oluşur. Bozkurtların, bitkinin daha ileri dönemindeki zararları, kök boğazının altından kesilen veya derince yaralanan bitkilerde solgunluk, yaprakların sap dibinden kesilmesi veya yaprakların sadece orta damarlar kalacak şekilde yenilmesi şeklinde olur (Anonim, 2023a). Bozkurtlar ayrıca olgun olan diğer bitkilere de sürünür; ancak esas olarak şeker pancarının taç kısmının yeni yaprakları ile beslenirler. Genellikle gündüzleri toprakta kalırlar ve geceleri

beslenmek için yüzeye çıkarlar. Gece boyunca arka arkaya birçok bitkinin kesilmesi genellikle bu zararlı tarafından meydana gelen bir sorunun göstergesidir. Kurak havalarda bitkinin toprak altı aksamında, aşırı ıslak toprak şartlarında ise toprak üstü aksamında beslenme ön plana çıkar (Baitha ve ark., 2022). Araştırmalara göre bozkurtların gelişmesi için en uygun koşullar soğuk geçen kış, ilkbaharın ılıman veya kurak koşulları ile yaz mevsimidir. Zararlının popülasyonunun yüksek olduğu durumlarda çok ciddi seviyede zarar oluşabilmektedir (Walczak ve Jakubowska, 2001; Bereş, 2011) (Şekil 3).



Şekil 3. *Agrotis ipsilon* biyolojisi ve şeker pancarı yeşil aksamındaki zararı (Mehta ve ark., 2022)

1.4. Kalkan Böcekleri (*Cassida* spp.)

Şekerpancarı haricinde yabancı otlarla da beslenen kalkan böcekleri polifag zararlılardır. Yassı gövdeli yaprak zararlısı olan kalkan böceklerinin erginleri yeşil veya sarımsı ya da kahverenginin farklı tonlarında olabilirler. Kışı ergin olarak yaprak altında, toprakta veya ağaç kabuğu altında geçiren zararlının ergin ve larvaları konukçularının üzerinde yaşarlar ve yaprakların alt tarafında pupa olurlar. Pupa başlangıçta açık renkte, sonradan koyulaşarak kahverengi veya siyah renk alır. Dişilerin konukçu bitki veya yabancıotlara bıraktığı yumurtalardan çıkan larvalar erken dönemde yeşil daha sonraki dönemde ise kahverengimsi veya siyah olur. Ana zararını larva döneminde gerçekleştiren kalkan böceklerinin beslenmesi sonucunda yaprakların alt veya üst yüzeylerinde küçük yuvarlak 1-2 mm boyutunda yüzeysel yenik izleri meydana gelir. Yaprakların üst epidermisinde beslenen ilk dönem larvaların zararı sonucunda alt epidermis kurumuş bir hal alır. Zararın yüksek olması durumunda yapraklarda delikler oluşur ve yaprak dantel görünümünü alır. Son dönem larvalar ise yaprağı kenarlarından yemek suretiyle zarar yapar. Zararlının popülasyon seviyesinin yüksek olması durumunda pancar yapraklarının yalnızca damarları kalacak şekilde tamamı yenir ve bazen yaprakların tamamen kurumasına neden olabilir (Anonim, 2023a) (Şekil 4).

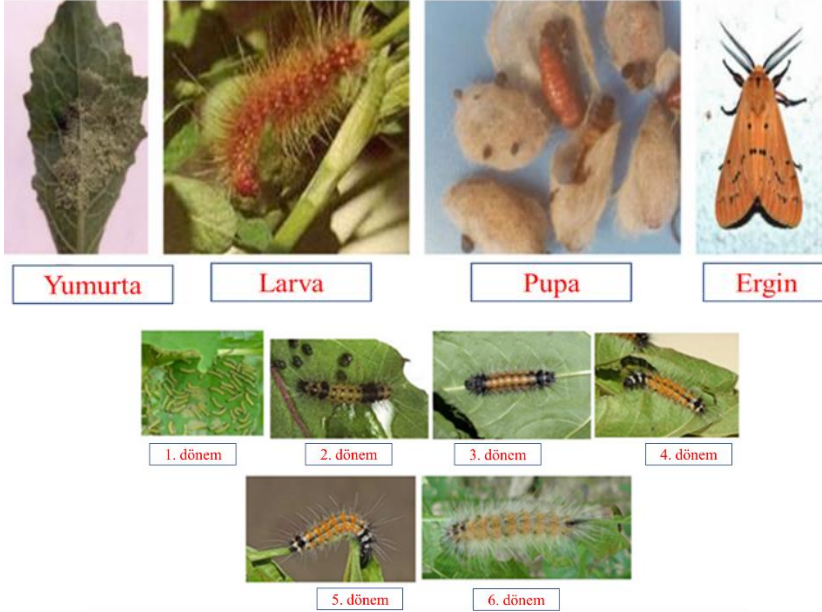


Şekil 4. Kalkan böceklerinin pancar üzerindeki ve tarladaki zararını (Anonim, 2023a)

1.5. Tüylü Tırtıl (*Spilosoma obliqua*)

Çok ciddi bir polifag zararlıdır. Güveleri orta büyüklükte olup soluk sarı renkli ve siyah noktalı kanatlara sahiptir. Yumurtalar açık yeşil ve küreseldir. Mart-Nisan ayında yumurtlar yaprakların alt tarafına kümeler halinde bırakılırlar. Uzun grimsi tüylerle kaplı tırtılların zararı sonucunda yapraklar, damarları büyük ölçüde sağlam kalarak iskeletleşir (Şekil 5). Etmem, popülasyonun yoğun olduğu durumlarda besin kaynağı azaldığı için yaprak damarları ve yaprak saplarını da tüketebilir ve hatta pancar kökünün açıkta

kalan kısımlarında da beslenebilir. Zararın erken dönemde meydana gelmesi durumunda tırtıllar tüm bitkiyi tüketebilir ve bitki kütlelerinde azalmalara neden olabilir. Sezon ortasında oluşan zararı sonucu şiddetli yaprak dökümü ve kök boyutunda azalmaya neden olabilmektedir. Mevsimin sonraki bölümlerinde ise iskeletleşmiş yaprakları telafi etmek için meydana gelen yeniden büyüme isteği hasat edilen kökteki sükröz yüzdesini azaltabilir (Santeshwari ve ark., 2021).



Şekil 5. *Spilosoma obliqua* yaşam döngüsü ve larva dönemleri (Baitha ve ark., 2022)

2. Kökte Beslenen Zararlılar

Başta kırkayaklar (*Blaniulus* spp.), şeker pancarı kist nematodu (*Heterodera schachtii*), telkurtları (*Adrastus pusillus*, *Agriotes* spp., *Athous* spp., *Drasterius bimaculatus*, *Melanotus brunripes*), yaykuyruklular (*Folsomia* spp., *Onychiurus* spp., *Sminthurus* spp., *Bourletiella* spp.) olmak üzere kök kurdu (*Tatanops myopaeformis*), beyaz kurt (*Lachnostoma* sp.), kök yaprak biti (*Pemphigus populivenae*), tel kurdu (*Limonijs californicus*) ve kök-ur nematodları (*Melidogyne* sp.)

şeker pancarı kökünde beslenen ve zarar veren önemli yer altı zararlılarıdır (Santeshwari ve ark., 2021, Anonim 2023a).

2.1. Kırkayaklar (*Blaniulus* spp.)

Toprak altı faunasının önemli bir üyesi olan kırkayaklar açık sarı veya kirli kahverengi vücuda sahip olup 8-13 mm olan uzunlukları 20 mm'ye kadar ulaşabilmektedir. Yaz ve sonbaharda çifleşerek yumurtalarını kümeler halinde toprağa bırakan erginler ilk dönemde birkaç segmente sahip olup 15 deri değiştirdikten sonra 2-3 yılda ergin hale gelirler ve segment sayısı 60'a kadar ulaşabilir (Şekik 6). Çoğunlukla organik madde ile beslenen kırkayaklar organik madde eksikliğinde şeker pancarı ile beslenmektedirler. Zararlının şeker pancarında beslenmesi sonucunda çimlenmeye hazır yumuşamış tohum ve genç bitkilerin hipokotil ve köklerine zarar vererek çoğu zaman bitkinin ölümüne sebebiyet verirler. Bu zarar sonucunda pancarın tarladaki çıkış oranı azalır ve tarlada kelleşmeler görülebilir. Zararlıya çoğunlukla rutubetli ve ahır gübresi ile gübrelenmiş topraklarda rastlanır (Anonim 2023a).



Şekil 6. Kırkayak erginini genel görünümü

(https://www.bmig.org.uk/sites/www.bmig.org.uk/files/photos/species/blaniulus-guttulatus_warren-maguire_750x500.jpg)

2. 2. Şeker Pancarı Telkurtları (*Adrastus pusillus*, *Agriotes* spp., *Athous* spp., *Drasterius bimaculatus*, *Melanotus brunnipes*)

Karakteristik olarak sırt üstü çevrildiklerinde çıt sesi çıkararak kuvvetlice sıçrayıp ayakları üzerine düşen, rahatsız edildiklerinde ise ölü taklidi yapan telkurtları erginleri açık kahverenginden siyaha kadar değişen

renklerde dirler. Larvaları ise sarımsı, portakal veya kaherenginin farklı tonların da olabilirler. Vücut şekilleri belirgin olan larvalar ince, uzun ve silindir şeklindedir (Şekil 7). Kışı larva veya ergin döneminde geçiren telkurtlarının larvaları kışı toprağın derinlerinde geçirirken erginleri ise toprak altında oluşturdukları hücre içinde veya ot yığınları altında gizlenirler. Polifag bir zararlı olan etmenin asıl zararını larvalar yapmakta olup bitkilerin taze kısımlarıyla beslenen erginlerin zararı önemli değildir. Tel kurtlarının beslenmesi sonucu meydana gelen zarar tohum çimlenmesi ile başlamakta olup bitki gelişiminin ileri dönemlerinde de devam etmektedir. Çimlenen tohumların ve genç pancar bitkilerinin toprak altı aksamalarının kısmen veya tamamen larvalar tarafından yenilmesi çıkış kayıplarına sebep olmakta olup tarlada kelleşmeye neden olabilmektedir. Zararın yoğun olduğu durumlarda ikinci bir ekim yapmak gerekebilir. Sıcak ve kuru şartlar altında toprak altı aksamadaki zarar bitkinin ölümüne neden olabilirken, toprak rutubetin uygun olması halinde bitki canlılığını devam ettirebilir (Anonim 2023a).



Şekil 7. *Agriotes lineatus* larvası ve ergini

(<https://soundhorticulture.com/collections/wireworm-control>)

2.3. Şeker Pancarı Yaykuruklular (*Folsomia* spp., *Onychiurus* spp., *Sminthurus* spp., *Bourletiella* spp.)

Kanatlı formu olmayan yaykuyrukluları erginleri uzun silindirik, küremsi veya küre görünümünde vücuda sahiptirler (Şekil 8). Kışı ergin döneminde geçiren yaykuyrukların toprak üstünde ya da toprak altında yaşayan farklı türleri mevcuttur. Yüzeyle yaşayan türler uzun bacak, antenler, iyi gelişmiş sıçrama organları ve gözlere sahipken toprak altında veya döküntülerle

yaşayan türlerde ise bacaklar, antenler ve sıçrama organı kısadır ya da yoktur. Bu türlerde gözler de olmayabilir. Toprak altında yaşayan türlerin zararı tohumun çimlenmesiyle başlamakta olup etmenin beslenmesi sonucu tarlada homojen bir bitki çıkışı görülmeyebilir. Bu beslenme sonucunda tohumların içleri boşalırken kök ve sürgünlerde ise oyuklar oluşur. Genç bitkilerde solma ve ölümler görülmekle beraber genellikle bitkilerin ölümüne yaykuyruklulardan ziyade etmenin kökte meydana getirdiği yaralardan bitkiyi enfekte eden fungal patojenler sebep olur. Toprak üzerinde yaşayarak pancarda zarar oluşturan yaykuyruklu türleri ise çoğunlukla kotiledon yapraklarının alt yüzeylerinde ve hipokotilde küçük ısırıklarla zarar yaparlar. Özellikle organik maddece zengin topraklarda daha sıklıkla görülen yaykuyrukluların zararı, erken ekim veya ilkbaharın soğuk geçtiği yıllarda daha fazla görülmektedir (Anonim 2023a).

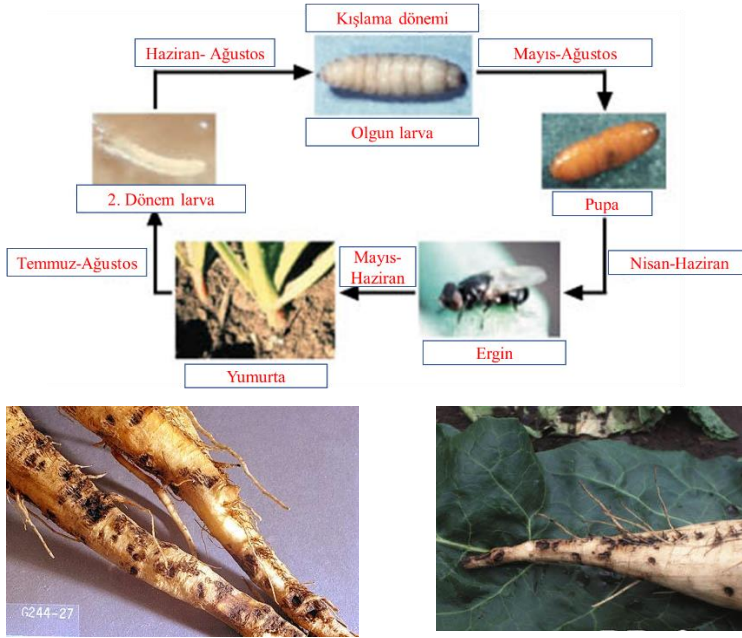


Şekil 8. Uzun silindirik ve küremsi vücutlu yaykuyuklu türlerinin görünümü (Anonim 2023a)

2.4. Şeker Pancarı Kök Kurdu (*Tetanops myopaeformis*)

Şeker pancarı kök kurdu, orta ve batı ABD ve Kanada'da şeker pancarı yetiştirme alanlarının başlıca zararlısıdır. ABD'de şeker pancarı mahsulünün yaklaşık %38'i, Kanada'da %75'i bu zararlı istilası nedeniyle zarar görmektedir (Whitfield ve ark., 1984). Etmenin zararı sonucunda daha düşük kök ağırlığına bağlı olarak verim kayıpları meydana gelir. Parlak siyah renkli ve yaklaşık karasinek büyüklüğündeki yetişkin erginler, nisan-haziran aylarında pupadan çıkar ve yakındaki şeker pancarı tarlalarına uçarak genç bitkilerin köklerinin etrafına yumurtalarını bırakırlar. Her dişi tarafından, genellikle 6-20'lik gruplar halinde 200 kadar yumurta bırakılabilir. Yumrutadan 1-3 gün içinde çıkan kurtçuklar, tamamen büyüdükleri ağustos ayına kadar köklerle beslenirler. Kışı

larva döneminde geçirmekte ve bir sonraki baharda pupa olmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. *Tetanops myopaeformis* biyolojisi ve pancardaki zararı

2.5. Haziran Böceği (*Phyllophaga* sp. ve *Lachnostema* sp.)

Mayıs-Haziran böcekleri veya beyaz kurt böcekleri olarak bilinirler. Bunlar birçok ülkede bulunan polifag zararlılardır. Erginler, kırmızımsı kahverengi gövdeli ve siyah başlı oldukça büyük böceklerdir. Mayıs ayında topraktan çıktıktan sonra, çeşitli ağaçların yaprakları, meyveleri veya çiçekleri ile beslendikleri ormanlık alana uçarlar ve burada özellikle alacakaranlıkta sürü halinde toplanmaya devam ederler. Yaz aylarında yumurtalarını toprağa, genellikle otlaklara veya tahıllara bırakırlar ve larvaların tam olarak büyümesi yaklaşık 3 yıl alır. *Phyllophaga*'nın büyüme dönemi bazı türlerde 1 yılda tamamlarken bazı türlerde 4 yıla kadar uzayabilmektedir. Şeker pancarında zarar yapan böceklerin yaşam döngülerini tamamlamaları için 3 yıl gerekmektedir. Büyüklükleri 6 cm'e kadar ulaşabilen olgun larvalar şişmiş arka ucu olan karakteristik bir U şekline sahiptirler. Erginler, bitki köklerinin yanı sıra çürüyen bitki örtüsü ile beslenirler. En fazla zarar, larvaların bitki

kökleriyle beslenmek için toprak yüzeyine yakın kısımlarda sürünmeleri sonucunda meydana gelir. Kışı ergin dönemde geçirirler. Şeker pancarının ana köklerinde ki zarar, larvaların ikinci veya üçüncü yılda beslenmesinden kaynaklanır ve yaz boyunca devam edebilir. Sekonder zararlı olan patojenler tarafından istila edilerek kararan büyük oyuklar yenilir, genellikle kökler tamamen kopar ve bitkiler solgunluk simptomu göstererek ölebilirler (Şekil 10) (Baitha ve ark., 2022).



Şekil 10. Haziran Böceği ergin ve larvasının genel görünümü (Moreno, 2013)

2.6. Kök Afideleri (*Pemfigus populiveneae*)

Pemfigus sp. şeker pancarı kök afidi olarak bilinmektedir. Özellikle dar yaprakta gal oluşturan etmen yaygın olarak Kuzey Amerika ve Avrupa'da bulunmaktadır. Büyüklüğü toplu iğne başı kadar olup soluk beyaz veya sarı renktedir. Kuru toprak koşullarında hızla büyür ve ürünü enfekte eder. İlkbahar mevsiminde, dişi nimf yumurtadan çıkar ve konukçu bitkilerin yapraklarında gal oluşturur. Gal oluşumu dişi nimflerin etrafında gerçekleşir. Dorsal yüzeydeki yaprak özsuğu ile beslenirken partenogenik olarak çoğalır ve vivipardır. Etmenin biyolojisi konukçu dönüşümlü olup, haziran ve ağustos ayları arasında kavak ağaçlarından pancar bitkisine uçar ve sonbaharda yumurtlamak için kavak ağaçlarına geri döner. Şeker pancarının lifli köklerinde çok sayıda bulunarak bitkilerin bodur kalmasına ve solmasına neden olurlar (Şekil 11) (Baitha ve ark., 2022).



Şekil 11. *Pemfigus populivenae* ve yaprakta oluşturduğu gal (Anonim, 2023 c)

2.7. Şeker Pancarı Kist Nematodu (*Heterodera schachtii*)

Şeker pancarı kist nematodu bitki kökleri üzerinde dikkatli bakıldığında görülebilen erken dönemde beyaz sonrasında açık veya koyu kahverengi olarak görülebilen limon şeklinde kistlere sahiptir. Kistler sayıları 600'e kadar varabilen yumurta içerebilen ölü dişi vücududur. Dişiler kılcal kökler üzerinde boyun noktasına kadar başı bitki kökü içinde, vücut kısmı ise köke asılı vaziyette bulunurlar. Öldüklerinde vücudunun dış tabakası kalınlaşarak yumurtaları muhafaza eden koyu kahverengi kist halini alır. Yumurtalar kist içerisinde dormant halde uzun yıllar canlılıklarını devam ettirebilirler. Polifag bir zararlı olan şeker pancarı kist nematodu bir üretim sezonunda üç döle kadar verebilmektedir. Etmenin zararı sonucunda popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak toprak üstü aksamda gelişme gerliği, solgunluk ve ölüm gibi belirtiler görülebilirken kök sisteminde kılcal köklerde sakatlanma ve çalışmalar görülür (Şekil 12). Popülasyon yoğunluğunun fazla olduğu durumlarda özellikle kumsal topraklarda bitkinin tamamen ölmesine neden olabilen şeker pancarı kist nematodu 75 g toprak/kist yoğunluğunda dekara 4 kg şeker ve 25 kg pancar ağırlığı kaybına neden olurken %50'ye varan ürün kaybına sebebiyet verebilmektedir (Anonim 2023a).



Şekil 12. Şeker pancarı kist nematodunun şeker pancarında kök ve toprak üstü aksamdaki zararı (Anonim 2023a)

2.8. Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.)

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.), özellikle ılıman iklime sahip alanlarda dünya genelinde zarar yapan polifag zararlılar olup bitki paraziti nematodlar içerisinde en önemli grubu oluşturmaktadırlar. *Meloidogyne* spp. içerisinde 100'e yakın tür sayısı bulunmasına karşın şeker pancarında zarar yapan tür sayısı sınırlı olup *M. incognita*, *M. javanica* ve *M. arenaria* şeker pancarındaki en önemli türler durumundadır. Bu türlerin yanı sıra *M. hapla*, *M. chitwoodi*, *M. fallax* ve *M. naasi* türleride zarar yapmaktadır (Cooke, 1993). İkinci dönem larva döneminde köke giriş yapan etmenin dişileri ergin hale geldiğinde şekil değişikliğine uğrayarak armut benzeri bir görünüm alırlar. Dişiler arka kısımlarında oluşturdukları jeletinimsi yapıdaki yumurta paketi içerisine yumrutalarını bırakırlar. Erkekler genellikle işlevsizdir ve üreme neredeyse her zaman partenogenetiktir. İdeal koşullarda yaşam döngüsü 20-25 gün sürer, bu nedenle daha sıcak ülkelerde yılda dört ila beş nesil tamamlanabilirken, daha soğuk iklimlerinde daha az sayıda tamamlanabilir (Gooris ve d'Herde, 1972). Etmenin beslenmesi sonucunda yan köklerde türe göre değişen boyut ve şekilde urlar meydana gelmektedir. Şeker pancarındaki zararı sonucunda tarlada toprak üstü aksamda yamalar halinde gelişme geriliği, sararma ve çökmeler görülürken özellikle kuru koşullarda veya nem tutma kapasitesi düşük topraklarda ölümler görülebilir (Şekil 13).



Şekil 13. Kök-ur nematodunun şeker pancarındaki zararı (Orjinal)

3. Emerek Zarar Yapan Zararlılar

Bu zararlılar şeker pancarının dokusundaki bitki öz suyunu emerek zarar yapmaktadırlar. Ağır şekilde zarar gören bitkiler sararır, solar, deforme olur, bodurlaşır ve popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak ölümler görülebilir. Önemli ürün kayıplarına neden olan başlıca emici zararlılar arasında *Bemesia tabaci*, *Empoasca decipiens*, *Circulifer tenellus* ve *Pemfigus populiveneae* yer almaktadır (Hamdany ve Aassar, 2017). Farage ve ark. (1998) ayrıca yaprak bitleri (*Myzus persicae* ve *Aphis craccivora*), yaprak piresi (*Empoasca decipiens* ve *Empoasca decedens*), pis kokulu yeşil böcek (*Nezara verdulla*) ve iki benekli örümcek akarı (*Tetranychus cucurbitacearum*) şeker pancarına zarar veren delici emici zararlılar olarak bildirmişlerdir.

4. Virus Vektörleri

Çok geniş bir konukçu dizilimine sahip olan *Myzus persicae* dünya çapında dağılıma sahiptir ve 100'den fazla virüsün bir vektörüdür. *Aphis fabae* kompleksindeki fasulye yaprak biti, Beet yellows virus (BYV), Beet yellow net (BYN) ve Beet mild yellowing virus (BMV) dahil olmak üzere yaklaşık 29 virüsün vektörüdür (Kennedy ve ark., 1962). *Aphis fabae*, genellikle *M. persicae* kadar iyi bir virüsü vektörü olmamasına karşın şeker pancarı yapraklarına enjekte ettiği toksin nedeniyle bitkilerde bodurluğa, kıvrılmaya, yaprakların sararmasına ve ölüme neden olmaktadır. Yabancı otlar şeker pancarı üretiminde birçok zararlı türe konukçuluk yapmasının yanı sıra önemli

bir virüs kaynağı olup yabancı ot kontrolü virüslerle ve bunların vektörleriyle mücadele açısından birincil öneme sahiptir (Wallis ve Turner, 1969).

5. Entegre Zararlı Yönetimi

Şeker pancarı yetiştiriciliği uzun vadeli bir ürün sistemi olup tarladaki mevcut faydalı ve zararlı böcek tür kompleksi ve bunların ekosistemdeki rolleri hakkında bilgi sahibi olmak, başta pestisit kullanımı olmak üzere mücadele planlaması açısından son derece önemlidir. Şeker pancarı ekosistemi hakkında bilgi sahibi olmak entegre zararlı yönetimi (Integrated Pest Management/IPM) programı için gerekli olan zararlı kontrol bileşenlerinin geliştirilmesi için gereklidir (Lange, 1987). Şeker pancarı, iklimsel adaptasyonunun sonucu olarak birçok farklı böcek kompleksine maruz kalmaktadır. Çiftçilerin mücadelede ilk başvurdukları araç sentetik kimyasal pestisitler olmasına karşın pestisitlerin hedef olmayan organizmalar üzerindeki etkilerinin yanı sıra hem üretim maliyetlerinde artışa hem de çiftçiler ve tüketiciler için ciddi sağlık problemlerine yol açmaları nedeniyle son yıllarda alternatif mücadele araçlarına artan bir yönelim olmuştur. Şeker pancarında IPM, pestisitlerin doğal düşmanlar üzerindeki zararlı etkilerinden, pestisit direncinin gelişmesinden ve çevresel tehlikeden kaçınmak amacıyla en az düzeyde pestisit kullanımını içeren ve tüm mücadele araçlarının bir arada kullandığı entegre zararlı yönetimi programlarına dayanmaktadır (Ueno, 2006; Ueno ve Trans, 2015). Bir IPM yaklaşımı geliştirmek için yalnızca zararlının ekolojisini anlamakla kalmamalı aynı zamanda popülasyon artışlarını tahmin edebilmek ve uyarı sistemlerini izleyebilmek gerekmektedir. Böylece yetiştiriciler ekim tarihlerini düzenleyebilir ve zararı minimuma indirmek için gerekli mücadele programını oluşturarak kullanacağı mücadele araçlarını planlayabilir (Van Emden ve ark., 1969).

Karışık ekim, ürün rotasyonu, dayanıklı çeşit kullanımı, doğal düşmanların salınımı ve bunların korunması, ekim ve hasat zamanlarının ayarlanması, yabancı ot kontrolü, doğru sulama ve gübreleme, pestisitlerin yan etkisini azaltarak doğal düşmanları korumak amacıyla IPM programına uygun pestisitlerin kullanımı gibi mücadele araçlarının bir arada belirli bir program dahilinde kullanımı böcek zararını en aza indirirken biyoçeşitliliğin sürdürülebilir kalmasını hedefleyen, insan ve çevre sağlığını ön planda tutan

entegre zararlı mücadelelerinde önem taşımaktadır (Gu ve ark., 2008; Scherr ve McNeely, 2008; Mousa ve Ueno, 2019).

5.1. Kültürel Önlemler

Erken ekim, zarar görmüş bitkilerin tarladan uzaklaştırılması, konukçu olmayan ürünlerle münavebe, yaz aylarında toprağın sürülmesi, yer fıstığı, hardal gibi yeşil gübreler ile toprak ıslahı, drenaj ve yeterli sulama zararlıların ve hastalıkların görülme sıklığını en aza indirmede etkilidir (Lal, 2013). Yeşil gübre olarak yetiştirilen bitkilerin sürülmesi, ürünü toprağa entegre ederek besinleri serbest bırakır. Bu, toprağın fiziksel ve mikrobiyolojik olarak iyileştirilmesini sağlayarak zararlı kontrolüne katkıda bulunur. Yaz aylarında toprağın sürülmesi tel kurdu, haziran böceği, yaykuruğullar gibi toprak kaynaklı, polifag böceklerin ve bitki paraziti nematodların popülasyonunu düşürmektedir. Derin sürüm larvalara zarar vererek, larvaları predatör ve kuşlara açık hedef haline getirmektedir.

5.2. Dayanıklı Çeşit Kullanımı

Şeker pancarı kist nematoduna karşı dayanıklı/tolerant şeker pancarı çeşitlerinin kullanımı en etkili mücadele yöntemidir. Dayanıklı çeşit kullanıldığında verime etki en düşük seviyede kalırken etmenin popülasyon seviyesinde de düşüş meydana gelmektedir. Tolerant çeşitler kullanıldığında ise popülasyon seviyesi üzerinde bir etki meydana gelmezken hassas çeşitlere kıyasla çok daha yüksek seviyelerde verim elde edilebilmektedir (Kalatur ve ark., 2022). Şeker pancarı kist nematoduna dayanıklı veya tolerant birçok şeker pancarı çeşidi tohum firmalarından elde edilebilmektedir. Kök-ur nematodlarında ise *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. chitwoodi* ve *M. fallax*'a dayanıklılık kayanğı belirlenmiş olup dayanıklı çeşit eldesine yönelik çalışmalara devam edilmektedir (Yu ve ark., 1999; Zia ve ark., 2008; Abo-Ollo ve ark., 2018; Nalbandyan ve ark., 2019). Zararlılara karşı dayanıklı çeşit kullanımı ile çok fazla çalışma olmamakla beraber *Spodoptera* sp.'ye karşı dayanıklı çeşit kullanılabileceği bildirilmiştir (Shivankar ve Patil, 2013; Kulkarni ve ark., 2013).

5.3. Biyolojik Mücadele

Biyolojik mücadele parazitoidler, predatörler, entomopatojenler gibi biyolojik mücadele araçlarının zararlı etmenlerin popülasyon seviyelerinin ve zarar seviyelerinin en aza indirmedeki faydalı faaliyetlerine dayanmaktadır. Biyolojik mücadele hayvanlar, bitki patojenleri, nematodlar, yabancı otlar ve böcekler dahil olmak üzere çok çeşitli zararlıların kontrolünde kullanılabilir. Ancak kullanılan yöntem ve ajanlar zararlıya göre farklılık göstermektedir. Hedef zararlının doğal düşmanlarının korunması zararlı böcek, akar ve bitki paraziti nematod popülasyonlarını azaltmanın yanı sıra doğal denge için de önemlidir. Biyolojik mücadele insan ve çevre sağlığı açısından kimyasal pestisitlerin zararlı etkileri hakkındaki endişelerin artmasına paralel olarak giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Fumigant ve non-fumigant birçok pestisit birçok zararlının mücadelesinde etkin olarak kullanılabilir. Buna karşın hedef olmayan organizmalar üzerindeki etkilerinin yanı sıra hem üretim maliyetlerinde artışa hem de çiftçiler ve tüketiciler için ciddi sağlık problemlerine yol açmaları nedeniyle son yıllarda birçok pestisit kullanımı yasaklanmıştır. Avrupa Birliği'nin "Green Deal the Biodiversity and Farm to Fork" stratejisi kapsamında 2030 hedeflerinde kimyasal pestisitlerin kullanımının %50 azaltılması ve tarımsal alanlar içerisinde organik tarım yapılan alanların oranının %25'e çıkarılması hedeflenmektedir (Anonim, 2020).

Şeker pancarında yaprak yiyen zararlı böceklerin mücadelesinde yumurta parazitoidi olarak *Trichogramma* spp. ve *Telenomus* spp., son derece etkili olmaktadır. *Spodoptera litura* zararının azaltılmasında da *Trichogramma chilonis* salınımının ve yaz aylarında ekimden 1 ay sonra feromon tuzak kullanımının çok etkili olduğu bildirilmiştir (Shivankar ve Patil, 2013; Baitha ve ark., 2022). *Chrysoperla rufilabris*'in birinci ve ikinci dönem larvalarının salındığı şeker pancarı üretim alanlarında yaprak biti, bağ böceği, şeker pancarı güvesi, şeker pancarı sineği zararlılarının popülasyon yoğunluklarının önemli ölçüde azaldığı bildirilmiştir (Tauber ve ark., 2000; Solangi ve ark., 2013; Youssef ve ark., 2020).

5.4. Kimyasal M¼cadele

T¼rkiye’de Şeker pancarında zararlı organizmalar karşı ruhsat almış insektisitlerin, aktif madde i¼eriklerinin, dozlarının ve hedef zararlı organizmaların listesi Tablo 1’de verilmiştir (Anonim, 2023c).

Tablo 1. Türkiye’de şeker pancarında ruhsatlı insektisitlerin aktif madde, doz ve hedef zararlı organizmaları

Zararlı Organizma	Aktif Madde	Dozu
Telkurtları (<i>Agrotis</i> spp.)	%70 Imidacloprid	750 g / 100 kg tohum
	600 g/l Imidacloprid	1500 m /100 kg tohum
Toprak pire böcekleri (<i>Chaetocnema</i> spp.)	600 g/l Imidacloprid	1500 ml / 100 kg tohum
	% 70 Imidacloprid	750 g / 100 kg tohum
Yapraklıtları (<i>Spodoptera exigua</i> , <i>Mamestra</i> spp., <i>Plusia gamma</i>)	250 g/l Cypermethrin	30 ml / da
	100 g/l Cypermethrin	75 ml/ da
	% 5 Emamectin benzoate	30 g/da. (Larva)
Bakla yaprakbiti (<i>Aphis fabae</i>)	% 50 Pirimicarb	50 g/da nimf, ergin
Pancar piresi (<i>Chaetocnema tibialis</i>)	250 g/l Cypermethrin	25 ml / da
	100 g/l Cypermethrin	60 ml/ da
Pancar piresi (<i>Chaetocnema</i> Spp.)	186 g/l Acetamiprid + 124 g/l Pyriproxyfen	40 ml/da ergin
Bozkurt (<i>Agrotis ipsilon</i> , <i>Agrotis segetum</i>)	25 g/l Deltamethrin	25 ml / da
Çizgili yaprakkurdu (<i>Spodoptera exigua</i>)	100 g/l Chlorantraniliprole + 50 g/l Lambda-cyhalothrin	30 g/da. (Larva)
	% 5 Emamectin benzoate	30 g/da.

6. Genel Değerlendirme

Şeker pancarı insan beslenmesinde kalori kaynağı ve vücudun işlevsel faaliyetleri için gerekli temel besin kaynağı olan şeker başta olmak üzere alkol, melas, biyoetanol, melas vb. birçok ürünün hammaddesini oluşturmakla birlikte Türkiye'nin iklim şartları itibarıyla dekar başına besin değeri en yüksek bitkisidir. Ayrıca besin değeri, arpanın 2.0, buğdayın ise 2.5 katı olan şeker pancarı, aynı zamanda münavebe uygulamasının öncüsü ve sulu tarımın yaygınlaştırıcısı olmuştur (Anonim, 2023 d). Bitkisel üretimde verim ve kaliteyi etkileyen en önemli unsurların başında hastalık, zararlı ve yabancı otlar gelmekte ve ortalama %30-35, salgın durumunda ise %100'e varan zarar ortaya çıkabilir. Şeker pancarı da genellikle büyüme aşamaları boyunca büyük bir verim ve kaliteyi etkileyen 150'den fazla böcek-zararlı türü ve akar tarafından saldırıya uğrar ve bu türlerin 40-50'si doğrudan veya dolaylı olarak köke zarar verebilir (Baitha ve ark., 2022). Pek çok tarımsal ekosistemde olduğu gibi şeker pancarının da belirli koşullar altında üretimi gerçekten sınırlayabilen birkaç ana veya birincil zararlısı vardır. Şeker pancarında ürün kayıplarına neden olan zararlıların olumsuz etkilerini önlemek amacıyla yapılan her türlü zirai mücadelede amaç, zararlıların tamamen ortadan kaldırılması değil, zararlı yoğunluğunun ekonomik zarar seviyesinin altında tutulmasıdır. Zirai mücadelede öncelikle zararlı etmenin biyolojisi, morfolojik ve fizyolojik yapıları, tür düzeyinde sistematik seviye teşhisi mücadeleye başlamadan önce bilinmesi gereken önemli hususlardandır. Zararlılarla kimyasal mücadele kapsamında pestisitlerin zamansız gelişigüzel kullanımı doğal dengenin bozulmasıyla yaprak yiyen ve emici zararlılarının doğal düşmanlarının yok olmasıyla salgınlarına yol açabilir. Doğal düşmanların zararlı etmenleri (vektör yaprak bitini) etkili bir şekilde yönettiği ve çiftçilere bu parazitoidlerin ve predatörlerin doğal oluşumunu teşvik etmeleri tavsiye edilmelidir. Laboratuvar koşullarında doğal düşmanları (*Chrysoperla carnea*, *Trichogramma* spp., *Cotesia flavipes* ve *Tetrastichus howardi*) çoğaltmak, tarlada doğal dengeyi korumak ve yeni istila alanlarına yeniden doğal düşmanları dağıtmak için çaba gösterilmelidir. Kimyasalların çevre, gıda ve insan sağlığına verdiği zararlardan dolayı entegre mücadele içerisinde çevre dostu, insan ve diğer canlıların sağlığını tehdit etmeyen ümitvar olan biyolojik mücadele ajanı fungus ve bakteri izolatlarının, parazitoid ve predatör organizmaların kullanımı önemli husus olmakla birlikte ayrıca doğal dengenin ve tarımın sürdürülebilirliği için

Ar-Ge çalışmalarının teşvik edilmesi gerekmektedir. Biyolojik ajanlar ve çevre için daha güvenli olan daha yeni pestisitlerin uygun şekilde tanımlanması ve değerlendirilmesiyle birlikte coğrafi bölgelerindeki böcek-zararlıların genetiği, konukçu bitki direnci ve biyo-ajanların habitat manipülasyonu üzerinde çalışmak için daha uyumlu bir çabaya ihtiyaç vardır. Şeker pancarı böcek zararlılarının IPM'sinin geliştirilmesine dahil edilmeye yönelik habitat manipülasyonu, biyolojik kontrol ve çeşit direnci konusunda genel Ar-Ge kapsamı oluşturulmalıdır. Zararlıların yaşam döngüsündeki zayıf halkalardan yararlanılarak daha iyi mücadele için lokal olarak yaygın olan önemli ölüm faktörleri de belirlenmelidir. Yararlanabilecek zararlıların yoğunluğa bağlı ve popülasyon düzenleyici faktörlerinin araştırılmasına ihtiyaç vardır. Entomopatojenin zararlılar üzerindeki etkisini belirlemek için büyük ölçekli çalışma ve zamana ihtiyaç vardır. Ayrıca dayanıklı şeker pancarlarının geliştirilmesiyle pestisite olan talebi azaltacaktır. Ürün rotasyonu ise gelecekteki zararlı yönetimi uygulamalarını etkilerken önemli bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak; zengin sükröz içeriği, yumuşak sulu yaprakları ve kökleri nedeniyle dünya çapında 150'den fazla farklı böcek türü tarafından saldırıya uğrayan şeker pancarı dünyanın 40'tan fazla ülkesinde yetiştirilmektedir. Bu zararlı böcekler fideden olgunluk aşamasına veya tohum üretimine kadar görülebilmekte olup %27-34'ünün ürünlerde ekonomik önemde kayba neden olduğu bilinmektedir. *Spilosoma obliqua*, *Agrotis ipsilion* ve *Spodoptera litura* dünya çapında şeker pancarı bitkisinde büyük ölçüde kalite ve verimi etkileyen böceklerdir. Konukçu yabancı otların ortaya çıkışı da böcek görülme oranında etkili bir rol oynamaktadır. Şeker pancarı ürününde zararlı böcek ve yabancı ot (*Chenopodium*, *Amaranthus* spp.) arasındaki pozitif ilişki mevcuttur. Yaprak bitleri, thripsler, kesici kurtlar, yaprak zararlıları ve akarlar hem yabancı otlarda hem de şeker pancarında sıklıkla görülmektedir. Yenilikçi transgenik şeker pancarı hatlarının üretimi, geleneksel yaklaşımlarla birlikte biyoteknolojik sektördeki meydana gelen ilerlemelerin bir sonucudur. Çeşitli zarar verici zararlılara karşı direnç sağlayan genler tanımlanmış ve bu genler daha yeni transgenik hatların üretilmesi ve dayanıklı çeşitlerin elde edilmesi önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Abo-Ollo, N., Abdel-Rahman, M., Saleh, M., Gohar, I. (2018). Differentiate between Sugar Beet (*Beta vulgaris* L.) Genotypes Resistance to Root-knot Nematode, (*Meloidogyne incognita*) by Molecular Markers. *Journal of Agricultural Chemistry and Biotechnology*, 9 (8): 189-194.
- Abo-Saied, A.M.B. (1987). Studies on the insects of sugar beet in Kafr EI-Sheik Governorate, Egypt. Ph.D. Thesis. Fac. Of Agric Tanta: Univ Tanta, Egypt, pp 152.
- Amin, A.H., Helmi, A., EI-Serwy, S.A. (2008). Ecological studies on sugar beet insects at Kafr EI-Sheikh Governorate. *Egypt. J. Agric. Res.*, 86 (6): 2129-2139.
- Anonim (2020). https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-06/comm_oc_20200617_pres1.pdf. (Erişim tarihi: 07 Nisan 2023)
- Anonim (2022). S. S. Ereğli Pancar Ekicileri Kooperatifi, “Şeker Pancarının Önemi”, <http://www.ereglipancar.com.tr/Kooperatif/Sayfa/2042> (Erişim tarihi 16 Nisan2024).
- Anonim (2023a). <https://www.gelechiid.co.uk/category/scrobipalpa-ocellatella> (Erişim tarihi: 01. Mayıs.2023).
- Anonim (2023b). https://influentialpoints.com/Gallery/Pemphigus_populiglobuli_poplar_bullet_gall_aphid.htm (Erişim tarihi: 05. Mayıs.2023)
- Anonim (2023c). Bitki Koruma Ürünleri Veri Tabanı. <https://bku.tarimorman.gov.tr/Kullanım/TavsiyeArama>. Erişim tarihi. 23.04.2023.
- Anonymous (2008-2009). Annual report of IISR Lucknow, pp. 48.
- Armstrong, J.S., Dregseth, R.J., Anderson, A.W. (2000). Susceptibility of sugar beet root maggot *Tetanops myopaeformis* (Diptera: Otitidae) larvae to

- terbufos, chlorpyrifos and aldicarb. *Journal of Sugar Beet Research*, 37: 17-25.
- Avasthy, P.N., Srivastava, T.N. (1972). Pest problem in sugar beet cultivation. *India Farmers Digest*, 10 (5): 27-29.
- Badawy, S., Shalaby, G. (2015). Effect of intercropping of sugar beet with onion and garlic on insect infestation, sugar beet yield and economics. *J. Plant Production*, 6 (6): 903-914.
- Baitha, A., Srivastava, S., Misra, V. (2022). Insect-Pests of Sugar Beet and Their Integrated Management. Chapter 31, Sugar Beet Cultivation, Management and Processing Volume 1, ed. Misra, V., Srivastava, S., Mall A.S. Springer, ISBN 978-981-19-2729-4.
- Baker, A.N., Dunning, R.A. (1975). Association of populations of onychiurid Collembola with damage to sugar beet seedlings. *Plant. Pathol.*, 24: 150-154.
- Bakooie, M., Pourjam, E., Mahmoudi, S.B., Safaie, N., Naderpour, M. (2015). Development of an SNP Marker for Sugar Beet Resistance/Susceptible Genotyping to Root-Knot Nematode. *J. Agr. Sci. Tech.*, 17: 443-454.
- Bassyouny, A.M. (1993). Studies on preferability and injury level of some main insects to certain sugar beet varieties. *Egypt. J. Appl. Sci.*, 8 (1): 213-219.
- Bazok, R., Drmic, Z., Cacija, M., Mrganic, M., Gasparic, H.V., Lemic, D. (2018). Moths of economic importance in the maize and sugar beet production. Moths, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.78658
- Bechinski, E.J., McNeal, C.D., Gallian, J.J. (1989). Development of action thresholds for the sugarbeet root maggot (Diptera: Otitidae). *Journal of Economic Entomology*, 82: 608-615.
- Bereś, P. (2011). Occurrence and harmfulness of cutworms (Agrotinae) on maize (*Zea mays* L.) in south-East Poland in 2004-2010. *Progr. Plant. Prot.*, 51 (2): 593-598.

- Blickenstaff, C.C. (1976). Sugar beet insects: how to control them. *USDA Farmers's Bull.*, 2219: 1-20.
- Casagrandi, M., Santi, R., Tattini, A. (1996). Control trials against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) on sugarbeet plants for reproduction. *Informatore Fitopatologica*, 46: 55-57.
- Chowdhury, I.A., Yan, G., Khan, M. (2022). Diseases Caused by Nematodes on the Sugar Beet. Chapter 36, Sugar Beet Cultivation, Management and Processing Volume 1, ed. Misra, V., Srivastava, S., Mall A.S. Springer, ISBN 978-981-19-2729-4.
- Cooke, D.A. (1993). Nematode parasites of sugarbeet. In: Evans, K., Trudgill, D.L., Webster, J.M. (eds) *Plant Parasitic Nematodes in Temperate Agriculture*. CABI Publising, Wallingford, pp. 133-169.
- Dunning, R.A., Byford, W.J. (1982). Pests diseases and disorders of the sugar beet. Deleplanque & Cie, Paris, p 167.
- Dunning, R.A., Winder, G.H. (1976). Seed furrow application of granular pesticides and their biological efficiency on sugar beet. *Br. Crop. Prot. Council. Monogr.*, 18: 37-45.
- FAO (2020). <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. (Erişim tarihi: 24 Nisan 2023).
- Farage, A.M.I., Magada, K.M., Nadia, H.H. (1998). Survey of mites inhabiting cucurbitaceous and leguminous vegetables in Kaliobia and Giza governorates. *J. Agric. Res.*, 76 (1): 63-68.
- Franklin, M.T. (1978). *Meloidogyne*. In: Southey, J.F. (ed.) *Plant Nematology*. Her Majesty's Stationery Office, London, pp. 98-124.
- Gooris, J., d'Herde, C.J. (1972). Mode d'hivernage de *Meloidogynenaasi* Franklin dans de sol et lutte par rotation culturale. *Revue de l'Agriculture*, 25: 659-664.

- Gu, H., Edwards, R.O., Hardy, A.T., Fitt, G.P. (2008). Host plant resistance in grain crops and prospects for invertebrate pest management in Australia: an overview. *Aust. J. Exp. Agric.*, 48: 1543-1548.
- Hamdany, M.K.H., Aassar, M.R.E.I. (2017). Effect of intercropping three faba bean varieties with sugar beet plants on piercing sucking insect pests and associated natural enemies under ridge space and seedling rates in relation crop yield. *Egypt. Acad. J. Biol. Sci.*, 10 (6): 57-77.
- Jepson, S.B. (1987). Identification of Root-Knot Nematode *Meloidogyne* species. CABI Publishing, Wallingford.
- Kalatur, K.A., Janse, J.D., Janse, L.A. (2022). Sugar Beet Nematodes: Their Occurrence, Epidemiology, and Management in Ukraine. In *Sugar Beet Cultivation, Management and Processing* (pp. 711-736). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Kapur, R., Pathak, A.D., Srivastava, S.N., Yadav, A. (2008). Varietal response of sugar beet to North Indian growing conditions. Proceedings of international symposium on meeting the challenges of sugar crops & integrated industries in developing countries. Al Arish, Egypt. pp. 237-240.
- Kennedy, J.S., Day, M.F., Eastop, V.F. (1962). A conspectus of aphids as vectors of plant viruses. Commonwealth Institute of Entomology, London, p 114.
- Khalifa, A.A. (2017). Population dynamics of insect pests and their associated predators at different plantations of sugar beet. *J. Plant. Prot. Pathol. Mansoura. Uni.*, 8 (12): 651-656.
- Khalifa, A.A. (2018). Natural enemies of certain insect pests attacking sugar beet plants at Kafr EI-Sheikh Governorate. *Plant. Prot. Pathol. Mansoura. Uni.*, 9 (8): 507-510.
- Kulkarni, V.N., Rana, D.K., Wielandt, N. (2013). Sugar beet a potential new crop for sugar and ethanol production in India. In: Kumar S, Singh PK,

- Swapna M, Pathak AD (eds) Souvenir IISRindustry interface on research and development initiatives for sugar beet in India May 28-29, 2013. Sugar beet Breeding Outpost IISR, IVRI Campus, Mukteshwar, Nainital, pp 58-62.
- Kumar, B.V.N., Regupathy, A. (2000). Generating base line data for insecticide resistance monitoring in *Spodoptera litura* (Fabricius). *Pesticide Res. J.*, 12 (2): 232-237.
- Lal, R.J. (2013). Sugar beet diseases and their management. In: Kumar S, Singh PK, Swapna M, Pathak AD (eds) Souvenir IISR-industry interface on research and development initiatives for sugar beet in India May 28-29, 2013. Sugar beet Breeding Outpost IISR, IVRI Campus, Mukteshwar, Nainital, p 64.
- Lange, W.H. (1971). Insects and mites of sugar beet and their control. In: Johnson RT, Alexander JT, Rush GE, Hawkes GR (eds) Advances in sugar beet production: principles and practices. Iowa State Uni Press, Ames, IA, pp 287-333.
- Lange, W.H. (1987). Insect pests of sugar beet. *Annu. Rev. Entomol.*, 32: 341-360.
- Lange, W.H., Suh, J.B. (1980). Leaf feeding and other caterpillars of sugar beet. *Calif Sugar Beet*, 35-36.
- Mall, A.K., Misra, V., Santeshwari Pathak, A.D., Srivastava, S. (2021). Sugar beet cultivation in India: prospects for bio-ethanol production and value added co-products. *Sugar Tech.*, 23: 1218-1234. <https://doi.org/10.1007/s12355-021-01007-0>.
- Manoharan, T., Pathma, J., Preetha, G. (2010). Seasonal incidence of sugar beet and natural enemies. *Indian J. Entomol.*, 72 (1): 36-41.
- Medo, J., Cagan., L. (2011). Factors affecting the occurrence of entomopathogenic fungi in soils of Slovakia as revealed using two methods. *Biol. Control.*, 59: 200-208.

- Metha, M.C., Srivastva, S., Mall, A.K., Raghuraman, M. (2022). Biology, Pest Status and Management of Armyworm *Spodoptera litura* and Cutworm *Agrotis ipsilon* (Noctuidae: Lepidoptera) on Sugar Beet. Chapter 33, Sugar Beet Cultivation, Management and Processing Volume 1, ed. Misra, V., Srivastava, S., Mall A.S. Springer, ISBN 978-981-19-2729-4.
- Minoranskii, V.A. (1987). Formation of noxious entomofauna on beet plantations. *Zashchita rastenii*, 11: 32-34.
- Misra, V., Mall, A.K., Pathak, A.D. (2020). Sugar beet: a sustainable crop for salt stress conditions. In: Hasanzuman M (ed) Agronomic crops. Springer Nature Singapore Pte Ltd. Publications, Singapore, pp 40-62.
- Misra, V., Srivastava, S., Mall, A.K. (2022). Sugar Beet Cultivation, Management and Processing Vol. 1., ISBN:978-981-19-2729-4.
- Moreno, F., (2013). Sexual Dimorphism in Human Teeth from Dental Morphology and Dimensions: A Dental Anthropology Viewpoint. Sexual Dimorphism Edition: 1 Chapter: 6 Publisher: InTech Editors: Hiroshi Moriyama, DOI: 10.5772/55881.
- Motiwale, M.P., Chauhan, R.S., Agnihotri, V.P. (1991). Sugar beet cultivation (Eds.) Bulletin No. 32 IISR, Lucknow.
- Mousa, K.M., Ueno, T. (2019). Intercropping potato with citrus trees as ecologically-based insect pest management. *J. Fac. Agric. Kyushu Univ.*, 64: 71-78.
- Muller, J. (1998). Resistance and tolerance to beet cyst nematodes (*Heterodera schachtii*) in sugar beet cultivars. *Zuckerindustrie*, 123: 688-693.
- Nalbandyan, A.A., Fedulova, T. P., Hussein, A. S. (2019). Molecular Selection of *Beta vulgaris* L. Breeding Material with Biotic Stress-Resistance Genes. *Russian Agricultural Sciences*, 45 (2): 119-123.
- Noori, H., Forouzan, M., Marzban, R., Amin, A.M. (2019). Biological control of the turnip moth, *Agrotis segetum* Denis & Schiffermuller (Lep.:

- Noctuidae) by *Bacillus thuringiensis* (Bt) semisolid bait on sugar beet. *J. Sugar Beet.*, 35 (1): 81-89.
- Oro, V., Trkulja, N., Milosavljevic, A., Secanski, M., Tabakovic, M. (2022). Sugar Beet Cyst Nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt): Identification and Antagonists. Chapter 37, Sugar Beet Cultivation, Management and Processing Volume 1, ed. Misra, V., Srivastava, S., Mall A.S. Springer, ISBN 978-981-19-2729-4.
- Pathak, A.D., Misra, V., Mall, A.K. (2017). Prospects of sugar beet in India. In: Souvenir of international symposium on sugarcane research since Co 205: 100 years and beyond, pp 90-97.
- Patil, A.S., Salunkhe, A.N., Pawar, B.H., Ghodke, P.V., Shivankar, S.B., Zende, N.B., Shewate, S.R., Patil, D.J. (2007). Sugar beet cultivation in tropical India-a new experience. In: Proceedings 68th annual convention, 22-24 August, New Delhi.
- Radhika, P., Subbaratnam, G.V. (2006). Insecticide resistance management in cotton-Indian Scenario a review. *Agric. Rev.*, 27 (3): 157-169.
- Rashid, M.M. (1999). SabjiBiggan. 2nd ed. Rashid Publishing House, Bangla Academy, Dhaka, Bangladesh. (in Bengali). pp. 387-390.
- Renou, M., Dascoins, C., Lallemand, J.Y., Priesner, E., Lettere, M., Gallois, M. (1980). Lacetoxy-1 dodecene 3 E, composant principal de la betterave: *Scrobipalpa ocellatella* Boyd. (Lepidoptere:Gelechiidae). *Zangew Entomol.*, 90: 275-289.
- Rimsa, V. (1979). Protection of emerging sugar beet in Czechoslovakia. *In Proc. Br Crop. Prot. Conf.*, pp 245-250.
- Saleh, M.M.E., Abdel-Raheem, M.A., Ebadah, I.M., Huda, H.E. (2016). Natural abundance of Entomopathogenic fungi in fruit orchards and their virulence against *Galleria mellonella* larvae. *Egypt. J. Biol. Pest. Control.*, 26 (2): 203-207.

- Santeshwari, S., Misra, V., Mall, A.K., Kumar, D. (2020). Problems and integrated pest management strategy for *Spodoptera litura* in sugar beet in India. *J. Exp. Zool.*, 23 (2): 1887-1890.
- Santeshwari, S., Shyamrao, I.D., Misra, V., Mall, A. (2021). Bio-intensive integrated pest management of *Spodoptera litura* in sugar beet. In: Kumar A, Shyamrao ID, Tamang S (eds) Bio-intensive IPM for commercial crops. Agrobios, pp 99-109
- Scherr, S., McNeely, J.A. (2008). Biodiversity conservation and agricultural sustainability: towards a new paradigm of ecoagriculture landscapes. *Phil Trans R Soc B*, 33: 477-494.
- Schlang, J. (1989). The biological control of white beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) by resistant catch crops. *Proceedings of the IIRB Congress*. pp. 249-265.
- Schlang, J. (1990). Erstnachweis des Gelben Rubenzystennematoden (*Heterodera trifolii*) für die Bundesrepublik Deutschland. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, Braunschweig*, 42: 58-59.
- Sharma, S., Kooner, R., Sandhu, S.S., Arora, R., Kaur, T., Kaur, S. (2017). Seasonal dynamics of insect pests of sugar beet under sub-tropical conditions. *J. Agrometeorol.*, 19 (1): 81-83.
- Shivankar, S.B., Patil, A.S. (2013). Integrated management of *Spodoptera litura* in sugar beet. In: Kumar S, Singh PK, Swapna M, Pathak AD (eds) Souvenir IISR-industry interface on research and development initiatives for sugar beet in India May 28-29, 2013. Sugar Beet Breeding Outpost IISR, IVRI Campus, Mukteshwar, Nainital.
- Smith, R., Burtch, L.M., Thomason, I.J. (1978). The control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in sugarbeets by fumigant and non-fumigant nematicides. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists*, 20: 48-54.

- Solangi, A.W., Lanjar, A.G., Baloch, N., Rais, M.U.L., Khuhro, S.A. (2013). Population, host preference and feeding potential of *Chrysoperla carnea* (Stephens) on different insect hosts in cotton and mustard crops. *Sindh. Univ. Res. Sci. Ser.*, 45: 213-218.
- Solomon, S. (2013). Sugar beet as an energy crop. In: Kumar S, Singh PK, Swapna M, Pathak AD (eds) Souvenir IISR-industry interface on research and development initiatives for sugar beet in India May 28-29, 2013. Sugar Beet Breeding Outpost IISR, IVRI Campus, Mukteshwar, Nainital, pp 1-7.
- Tauber, M.J., Tauber, C.A., Dane, K.M., Hagen, K.S. (2000). Commercialization of predators: recent lessons from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: Chrysoperla). *Am. Entomol.*, 46: 26-38.
- Ueno, T. (2006). Current status of insect pests attacking green bunching onion in central and southern Vietnam. *J. Fac. Agric. Kyushu. Univ.*, 51: 275-283.
- Ueno, T., Trans, D.H. (2015). *Neochrysocharis okazakii* (Hymenoptera: Eulophidae) as major parasitoid was of stone leek leafminer *Liriomyza chinensis* (Diptera: Agromyzidae) in Central Vietnam. *Psyche*:179560
- Valic, N., Vucajnk, F., Ferencak, B., Mlinaric, M., Trdan, S. (2005). Monitoring of sugar beet moth (*Scrobipalpa ocellatella* Boyd, Lepidoptera, Gelechiidae) in Slovenia using Pheromone traps. In Lectures and papers presented at the 7th Slovenian Conference on Plant Protection, Zrece, Slovenia, 8-10 March 2005. Drustvo za varstvo rastlin Slovenije, pp 454-458.
- Valloton, R. (1985). Premiere observation en Suisse de la 'forme specialisee Betterave' du nematode a cyste *Heterodera trifolii* Goffart. *Revue suisse Agriculture*, 17: 137-140.
- Van Emden H.F., Eastop, V., Hughes, R.D., Way, M.J. (1969). The ecology of *Myzus persicae*. *Annu. Rev. Entomol.*, 14: 197-270.

- Walczak, F., Jakubowska, M. (2001). Wzrost szkodliwości rolnic (Agrotinae) w Polsce. *Progr. Plant. Prot.*, 41 (2): 386-390.
- Wallis, R.L., Turner, J.E. (1969). Burning weeds in drainage ditches to suppress populations of green peach aphid and the incidence of beet western yellows disease in sugar beets. *J. Econ. Entomol.*, 60: 307-310.
- Whitfield, G.H., Weiss, M.J., Howard, S.M.A. (1984). A bibliography of the sugar beet root maggot, *Tetanops myopaeformis* (Roder) (Diptera: Otitidae). *J. ASSBT*, 4: 268-277.
- Youssef, A.E., Ibrahim, A.S., Bazazo, K.G., Khattab, H.M., Ueno, T., Mousa, K.M. (2020). Micronutrients foliar fertilization and releasing green lacewing *Chrysoperla carnea* (Stephens) could efficiently suppress sugar beet insect pests. *J. Fac. Agric. Kyushu. Univ.*, 65 (2): 269-275.
- Yu, M.H., Heijbroek, W., Pakish, L.M. (1999). The sea beet source of resistance to multiple species of root-knot nematode. *Euphytica*, 108 (3): 151-155.
- Zia, A., Anwar, S. A., & Javed, N. (2008). Host status of sugar beet genotypes to *Meloidogyne incognita*. *International Journal of Nematology*.

BÖLÜM 10

ŞEKER PANCARINDA ZARARLI BİTKİ PARAZİTİ NEMATODLAR

Zir. Müh. Osman ÇETİN¹

Doç. Dr. Mustafa ALKAN²

Doç. Dr. Emre EVLİCE³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206276>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: hcosman.5842@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-0397-4945

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Yozgat, Türkiye E-mail: mustafa.alkan@yobu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7125-2270

³ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: emre.evlice@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6402-0287

1. Şeker Pancarında Zararlı Bitki Paraziti Nematodlar

Beslenmenin temel maddelerinden olan şeker, ham maddesi olan pancar ve kamışın tarımsal üretim ve istihdama katkısı ve işleme sırasında ortaya çıkan yan ürünler nedeniyle tüm ülkelerde fazlasıyla korunan oldukça politik bir üründür. Şeker pancarı ve şeker kamışından elde edilebilen şeker insan beslenmesinin temel bileşenlerinden olması nedeni ile önem arz etmektedir ve tüm dünyada yasal otorite tarafından korunmakta ve sübvansede edilmektedir (Akday, 2003; Erdinç, 2017). Tüm dünyada şeker üretiminin %28'i şeker pancarından elde edilirken %72'si şeker kamışından elde edilmektedir. Her iki kaynaktan elde edilen şekerin arasında kalite bakımından fark olmamasına rağmen ekolojik koşullardan dolayı Türkiye'de şeker üretiminin tamamı şeker pancarı bitkisi kullanılarak yapılmaktadır. Yukarıda bahsedildiği gibi şeker pancarı ve şeker pancarına bağlı sanayi, tarımsal sektörde ve tarıma dayalı sanayide önemli bir bileşendir ve sadece üretilen şeker değil işleme-üretim sırasında üretilen melas, alkol, maya, antibiyotik, bioetonol gibi ikincil ürünlerde pek çok sanayide kullanılmaktadır (Sunulu ve Sunulu, 2016). Şeker pancarı tarımı dörtlü ekim nöbeti sistemine göre yapılmaktadır. Bu sistemde aynı tarım arazisine dört yılda bir ekim yapılabilir. Bu durum üretim planlaması ve tarımsal zararlılar ile mücadele baz alınarak planlanmaktadır. Şeker pancarı tarımı; Doğu Karadeniz, Ege ve Akdeniz'in sahil şeridi ve Güney Doğu Anadolu Bölgesi dışındaki tüm bölgelerde sözleşmeli üretiminde ilk örneklerinden biri durumundadır (Erdinç, 2017).

Chenopodiaceae familyasında yer alan ve Orta Avrupa orijinli iki yıllık bir endüstri bitkisi olan şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.) Türkiye ve dünyada önemli bir kültür bitkisidir ve tarıma dayalı sanayinin gelişiminde stratejik bir öneme sahiptir (Eliot ve Weston, 1993; Erdinç, 2017). Küresel ölçekte şeker pancarı üretim alanları göz önüne alındığında Rusya Federasyonu 993.830 ha üretim alanı ve 41.2 milyon ton üretimle ilk sırada yer alırken verim açısından dünya ortalamasının oldukça gerisinde yer almaktadır. Rusya Federasyonu'nu üretim alanı ve miktarı açısından Amerika Birleşik Devletleri ve Fransa takip etmektedir. Türkiye 288.940 ha üretim alanı ve 18.2 milyon ton üretimle dünyada beşinci büyük şeker pancarı üreticisi durumundadır. Türkiye'de 631.6 ton/ha olan şeker pancarı verimi 614,1 ton/ha olan dünya ortalamasının üzerinde olsa da verim açısından Fransa, Amerika, Almanya gibi önemli şeker

pancari üreticisi ülkelerden ciddi anlamda geride kalmaktadır (FAOSTAT, 2021) (Tablo 1).

Tablo 1: Dünyada şeker pancarı üretimi açısından ülkelerin üretim alanları, üretim miktarları ve ortalama verimleri (FAOSTAT, 2021)

Ülke	Üretim Alanı (ha)	Üretim Miktarı (ton)	Verim (ton/ha)
Rusya Federasyonu	993.830	41.201.668	414,575
ABD	448.230	33.339.950	743,8
Fransa	401.880	34.365.390	855,1
Almanya	390.700	31.945.400	817,6
Türkiye	288.940	18.250.000	631,6
Polonya	250.570	15.273.850	609,6
Çin	229.300	7.850.900	342,386
Ukrayna	226.600	10.853.880	478,989
Mısır	190.066	14.826.856	780,1
İngiltere	95.200	7.420.000	779,4
Dünya	4.399.396	270.156.001	614,1

Türk şeker sanayi, sektörde rakip durumunda olan ürünleri birbirleri ile denge içerisinde istikrarlı bir program dahilinde üretmek ve bu kapsamda yeterli düzeyde üretimin sürdürülebilirliğini sağlayarak yurtiçi şeker ihtiyacını yurtiçi kaynaklardan karşılamak amacıyla kurulmuştur. Türkiye’de ilk şeker fabrikaları 1926 yılında açılan Uşak ve Alpullu şeker fabrikaları olup 1926 yılında 4000 ton olan üretim 2022 yılında 19 milyon tona ulaşmış ve bu yıllar arasında 4750 katlık bir artış olmuştur (Anonim, 2023; TUİK, 2022). Türkiye’de 2022 yılı itibarıyla 57 farklı ilde şeker pancarı üretimi yapılmakta olup 2.9 milyon dekar üretim alanında 6.5 ton dekar verim ile 19 milyon ton şeker pancarı üretilmektedir (TUİK, 2022). Türkiye’de şeker pancarı üretimi yapılan en önemli iller Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Türkiye’de şeker pancarı üretimi yapılan en önemli illerin üretim alanları, üretim miktarları ve ortalama verimleri (TUİK, 2022)

Ülke	Üretim Miktarı (ton)	Üretim Alanı (da)	Verim (kg/da)
Konya	6.824.748	927.496	7.404
Yozgat	1.217.525	170.199	7.187
Kayseri	1.066.371	143.598	7.515
Eskişehir	998.162	166.079	6.010
Aksaray	997.062	135.389	7.364
Afyonkarahisar	922.522	147.076	6.272
Sivas	841.741	151.393	5.599
Ankara	716.302	119.605	5.989
Tokat	438.599	69.052	6.379
Karaman	402.907	51.928	7.759

Bitki paraziti nematodlar (BPN) tüm dünyada şeker pancarı yetiştirilen birçok bölgede verimi tehdit eden en önemli zararlılar arasındadır. Şeker pancarı bitkisinin kök veya bazen sürgün dokularında beslenen BPN’lerin özellikle genç fidelerde yaptıkları zarar sonucunda kabul edilebilir seviyede verimin elde edilemeyeceği durumlar ve hatta bitki ölümleri oluşabilmektedir. Bu bölümde, şeker pancarı üretiminde ekonomik anlamda zarar yapan bitki paraziti nematod türleri, biyolojileri, zarar şekilleri, biyolojileri ve mücadele yöntemleri değerlendirilmeye çalışılmıştır.

2. Şeker Pancarında Zarar Yapan Önemli Bitki Paraziti Nematodlar

Şeker pancarı üretimi ve elde edilen ürünlerin şeker verimi çok çeşitli hastalık, zararlı ve abiyotik stres faktörlerinin etkisi altındadır. Farklı üretim alanlarındaki şeker verimi farklılıklarının; hastalık ve zararlılar (%50), yabancı ot kontrolü (%30), toprak yapısı (%25) ve ekim tarihindeki farklılıklar (%14) nedeniyle olduğu belirtilmiştir (Hanse ve ark., 2018). Ayrıca uygulanan tüm bitki koruma önlemlerine rağmen şeker pancarı şeker veriminde hastalık ve zararlılardan dolayı %24’lük bir kayıp oluşu bildirilmiştir (Hanse ve ark., 2011). Birçok farklı bitkide ekonomik anlamda verim kaybına neden olan BPN’ler, şeker pancarı üretiminde sorun olan zararlıların arasında da önemli bir grubu oluşturmaktadır. İnsan hayatının idamesi için gerekli olan 20 üründe

BPN'lerden kaynaklı verim kaybı %12.6 olup bunun maddi karşılığı ise yıllık 215 milyar dolardır (Abd-Elgawad ve ark., 2015). Bahçe bitkilerinde küresel ölçekte %13.5 kayba neden olan BPN'ler, şeker pancarı üretiminde ise %10.9'luk verim kaybına neden olmaktadır (Ravichandra, 2014). Şeker pancarında zarar yapan ekonomik anlamda zarar yapan BPN'ler *Heterodera*, *Meloidogyne*, *Ditylechnus*, *Nacobbus*, *Trichodorus*, *Paratrachodorus* ve *Longidorus* türleri olmakla beraber *Belonolaimus*, *Hemicycliophora*, *Neotylenchus*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Radopholus*, *Rotylenchulus* ve *Tylenchorhynchus* cinslerinde yer alan bazı türlerde popülasyon yoğunluğu ve çevresel şartların uygun olması durumunda şeker pancarında zarar oluşturabilmektedirler (Cooke, 1993; Steele, 1984).

3. Şeker Pancarı Kist Nematodu (*Heterodera schachtii*)

Şeker pancarı kist nematodu (ŞKPN) şeker pancarında tespit edilen ilk BPN'dir (Schacht, 1859). Etmen, Almanya'da şeker pancarının monokültür tarımının yapıldığı alanlarda oluşturduğu zarar sonucunda 1876 yılında 24 şeker fabrikasının kapanmasına neden olacak derecede tahripkar bir zararlı olmuştur (Hallmann ve ark., 2009). Tespit edilen ilk BPN'lerden biri olmasına rağmen tüm dünyada halen şeker pancarının en önemli zararlılarından biri durumundadır.

3.1. Biyolojisi

ŞKPN, kışı ölü dişi bireyin vücut duvarından oluşan kistler içindeki yumurtalarda geçirmektedir. Her bir kist yaklaşık olarak ortalama 200-300 kadar yumurta içermekte olup ilk bahar döneminde toprak sıcaklığı, nemi gibi çevresel şartların uygun olduğu dönemde yumurtadan ikinci dönem larvalar çıkış yapmaktadır. Konukçunun olmadığı durumda dahi yumurtaların yaklaşık yarısı açılırken, konukçu bitki varlığında toprakta oluşan kök salgıları yumurtalardan ikinci dönem larva çıkışını arttırmaktadır. İkinci dönem larvalar konukçu bitkilerin kök salgılarının toplandığı kök uçlarına doğru hareket ederler ve stiletleri vasıtasıyla köke giriş yaparlar. Vasküler silindire bitişik beslenme bölgesinde canlı hücrelerle beslenirler ve buralarda syncytium olarak isimlendirilen beslenme alanlarının oluşumuna neden olurlar. Burada üçüncü ve dördüncü dönem larva olduktan sonra ergin erkek ve dişi bireyler oluşur.

Erkek bireyler ince uzun ipliksi formunu korurken dişi bireyler şekil değişikliğine uğrayarak limon benzeri bir şekil alırlar. Dişi bireylerde görülen bu şekil değişikliği sonucunda kök yüzeyinde meydana gelen yırtılma sonucunda dişi bireyler kök yüzeyinde görülebilir hale gelirler. Dişiler oluşturdukları yumurtaların büyük kısmını vücutlarının içinde depolarken az bir kısmı arka kısımlarında oluşturdukları kese içerisine bırakmaktadır. Dişi öldükten sonra vücut duvarı sertleşerek rengi açıktan koyu kahverengiye değişen ve içerisindeki yumurtaları koruyan kist halini almaktadır. ŞKPN çevresel şartlara bağlı olarak bir üretim sezonunda 2-3 döl verebilmektedir (Cooke, 1993; Turner ve Subbotin, 2013; Daub, 2022; Kalatur ve ark., 2022).

3.2. Zarar şekli ve belirtileri

ŞKPN, pancar bitkisine ilkbaharın başlarında penetre olmasına karşın zarar belirtileri ilk neslin gelişiminden sonra haziran sonu temmuz başı gibi görülmeye başlamaktadır. Zararın ve dolayısıyla belirtilerin şiddeti başlangıç popülasyonu ve çevresel şartlarla doğrudan ilişkilidir (Kalatur ve ark., 2022). Etmenin zararı, kökteki beslenmesi sonucunda bitkinin topraktan su ve besin alımının bozulması nedeniyle oluşmaktadır. ŞKPN'nin kök sisteminde yaptığı zarar sonucunda, bitki oluşan zararı telafi etmek amacıyla yan kökler oluşturmaya başlar ve bunun sonucu olarak köklerde sakatlanma meydana gelir (Cooke, 1993; Daub, 2022). Popülasyon düşük (<200 juvenil ve yumurta/100 cm³ toprak) ve orta yoğunlukta (201-600 juvenil ve yumurta/100 cm³ toprak) olduğunda, zarar gören bitkilerde hava sıcaklığı 20°C'nin üzerinde olduğu zamanlarda gözlenen yapraklarda solma dışında bir belirti gözlenmemektedir. Yüksek popülasyon (>600 juvenil ve yumurta/100 cm³ toprak) seviyesine sahip alanlarda ise bitkilerde gelişme geriliği, bodurlaşma, yamalar halinde tarlada çökmeler görülmektedir (Kalatur ve ark., 2015; Pylypenko ve ark., 2016; Kalatur ve ark., 2022). Yapraklarda ise saplarda uzama, yaprak sayısında, boyutunda, klorofil içeriğinde ve fotosentetik verimlilikte azalma ile yaşlı yapraklarda manganez eksikliğinin bir sonucu olarak sararma görülür (Doney ve ark., 1971; Kitsno ve ark., 1980; Daub, 2022).

3.3. Ekonomik önemi ve ekonomik zarar eşiği

Avrupa'daki şeker pancarı üretim alanlarında ŞPKN yaygınlığının %10-20 olduğu düşünülürken Fransa, Almanya, Hollanda ve Belçika gibi önemli şeker pancarı üretici ülkelerden yaygınlığın %50'nin üzerinde olabileceği düşünülmektedir (Daub, 2022). Her ne kadar 2010 sonrası yüksek verimli dayanıklı ve tolerans çeşitlerin kullanıma sunulmasıyla şeker pancarı üretiminde önemli bir değişim yaşanmış olsa da 1999 yılı itibariyle Avrupa'da ŞPKN'dan kaynaklı ekonomik zararının yıllık 90 milyon € olduğu tahmin edilmiştir (Müller, 1999; Daub, 2022). 2004 yılında piyasaya çıkan ŞPKN'na toleranslı yüksek verimli şeker pancarı çeşitlerinin kullanılması sayesinde Almanya'da 2004-2020 yılları arasında hektar başına verim yaklaşık %25 artmıştır (Daub, 2022).

ŞPKN'nun ekonomik zarar eşiği Kaliforniya'da (ABD) 143 yumurta+larva/100 g toprak, Hollanda'da 300-800 yumurta+larva/100 g toprak olarak bildirilmiştir. ŞPKN'den kaynaklı ABD, İngiltere ve İtalya'da toprak tipi ve popülasyon yoğunluğuna göre değişmekle beraber sırasıyla %64, %1-37 ve %19 verim kaybı tespit edildiği çalışmalar bulunmaktadır (Cooke ve Thomason, 1979; Cooke, 1984; Greco ve ark., 1982; Cooke, 1991). Ukrayna'da yapılan çalışmada ise ŞPKN yoğunluğu 210-280, 500, 850, 1550-2600 yumurta+larva/100 cm³ toprak olduğunda kök gelişimi ve şeker pancarı verimlerinde sırasıyla %5-10, %20, %30, 40-50 ve %7-14, %29, %42, %57-70 azalma olduğu tespit edilmiştir (Babich, 1990). ŞPKN zararı sonucu her ne kadar verimde azalma gözlenirse de şeker verimi açısından azalma her zaman gözlenmemektedir. Köklerin şeker içeriğinde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma, yalnızca ŞPKN yoğunluğu yüksek olduğu durumlarda gözlenmiş ve %0.8-2 arasında değiştiği bildirilmiştir (Babich, 1990).

ŞPKN zararı en çok fide dikiminde itibaren iki aylık süreçteki fidelerde gözlenmekte ve daha sonraki aşamalarda bitki büyük ölçüde bu zararı tolere edebilmektedir. Bu zararın boyutu ise başlangıç popülasyonu, ekim zamanı, sıcaklık, sulama ve gübreleme gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Almanya'da hassas ve dayanıklı şeker pancarı çeşitleri ile yapılan çalışma sonucunda 1500 yumurta+larva/100 g toprak başlangıç popülasyonunda hassas çeşitlerden hektar başına 1-2 ton fazla verim elde edilmekle beraber tolerant ve dayanıklı çeşitlerde dahi %16 verim kaybı tespit edildiği bildirilmiştir (Daub, 2022).

ŞKPN'nin şeker pancarında beslenmesi sonucu oluşturduğu doğrudan zararın yanı sıra aynı zamanda *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces cochlioides*, *Fusarium* sp. ve *Phoma* sp. gibi toprak kökenli patojenlerin zararını da arttırmaktadır. Örneğin 20 yumurta+larva/100 cm³ toprak yoğunluğunda *Pythium* görülme sıklığı ve hastalık şiddeti sırasıyla %48.6 ve %24.1 iken popülasyon yoğunluğu 500-1000 yumurta+larva/100 cm³ toprak olduğunda ise sırasıyla %60.9-62.4 ve %33,2 olarak belirlenmiştir (Sigareva ve ark., 2007).

3.4. Konukçuları

Diğer birçok kist nematodundan farklı olarak ŞKPN polyfag bir zararlıdır. ŞKPN'na 23 familyadan 218 bitkinin konukçuluk yaptığı belirlenmesine karşın en önemli konukçuları Chenopodiaceae ve Cruciferae familyalarında yer almaktadır. En fazla zarar yaptığı konukçusu şeker pancarı olmakla beraber yem pancarı, kırmızı pancar, mango, ıspanak, lahana, lahana, Brüksel lahanası, brokoli, karnabahar, şalgam, İsveç teresi, kolza, alabaş, hardal ve turp önemli konukçuları arasındadır. Yabancı otlardan ise *Sinapis arvensis*, *Stellaria media*, *Chenopodium album*, *Galeopsis* spp. ve bazı *Rumex* spp. türleri konukçuları arasındadır. Konukçusu olmayan en önemli bitkiler ise tahıllar, buğdaygiller ve patatestir (Steele 1965; Cooke, 1993; Turner ve Subbotin, 2013; Hemayati ve ark., 2017).

4. Kök-ur Nematodları

Kök-ur nematodları (*Meloidogyne* spp.) (KUN) küresel ölçekte kültür bitkilerinde zararlı olan en önemli bitki paraziti nematod grubunu oluşturmaktadır (Jones ve ark. 2013). Dünya'da 2020 yılı itibariyle *Meloidogyne* cinsine ait toplam 105 tür tespit edilmiş olup *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. fallax* ve *M. hapla* türleri dünya genelinde en yaygın türler durumundadır ve bu türler kök-ur nematodlarından kaynaklı zararın %95'den fazlasını oluşturmaktadır (Adam ve ark., 2007; Ghaderi ve Karssen, 2020). Şeker pancarında ekonomik öneme sahip türler *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. hapla*, *M. chitwoodi* ve *M. fallax*'dır (Whitney ve Duffus, 1986). Bu türlerin yanı sıra *M. naasi* ve *M. thamesi* türleri şeker pancarında tespit edilirken, deneysel olarak şeker pancarının *M.*

carolinensis ve *M. microtyla* türlerinin konukçusu olduğu bildirilmiştir (Eisenback, 1982; Mulvey ve ark., 1975).

4.1. Biyolojisi

KUN dişileri 400-800 adet yumurtayı, yumurtaları bir arada tutan ve koruyan jelatinimsi yapıdaki yumurta paketinin içine bırakırlar. Başlangıçta yumuşak ve saydam olan, yaşlandıkça daha sert ve kahverengine dönüşen yumurta paketleri köklerin yüzeyinde veya kök dokusunun içerisinde bulunabilirler. Yumurtadan yeterli sıcaklık ve nem gibi çevresel şartlar uygun olduğunda ipliksi formda ikinci dönem larva olarak çıkış yapmakla beraber kök salgıları, döl sayısı gibi faktörlerde yumurtadan çıkışı etkileyebilmektedir. Yumurtadan çıkış yapan ikinci dönem larvalar toprakta yatay ve dikey hareket yönlerinde hareket ederek kök ucuna doğru hareket ederler ve buradan köke giriş yaparlar. Köke giriş yapan ikinci dönem larvalar perisiklaya yakın kalıcı beslenme bölgelerine doğru kök boyunca ilerlerler. Beslenme bölgesine yerleşen etmenin buradaki hücrelerle beslenmesi sonucunda dev çekirdekli dev hücrelerin ve dolayısıyla kökte ur oluşumu başlar. Larva gelişimi sonucunda giderek şişen ve beslenmeyen üçüncü ve dördüncü dönem larvalar ve devamında tekrar beslenmeye başlayan armut şeklinde ergin dişiler oluşur. İpliksi yapılarını koruyan erkek bireylerin oluşması ve sayısı popülasyon seviyesine besin miktarına bağlı olarak değişmektedir. Yaşam döngüsünün süresi toprak sıcaklığından güçlü bir şekilde etkilenir. Örneğin Kuzey Avrupa'da *M. hapla* ve *M. naasi* şeker pancarında sadece tek bir nesil tamamlarken diğer türlerde ve sıcak iklimlerde dört veya beş nesil tamamlanabilir (Gooris ve d'Herde, 1972a; Sharon ve Spiegel, 1993; Jones ve ark. 2013, Moens ve ark., 2009; Kalatur ve ark., 2022).

4.2. Zarar şekli ve belirtileri

Kök-ur nematodu zararı sonucunda etmenin karakteristik bir özelliği olan urlanmalar meydana gelmektedir (Moens ve ark., 2009). Şeker pancarında *M. hapla* zararı sonucunda oluşan urlar nispeten küçük ve yuvarlakken *M. naasi* zararı sonucunda oluşan urlar oldukça küçük, uzun veya spiral şeklindedir. *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* veya *M. javanica* zararı sonucunda oluşan urlar ise büyük ve sopa benzeri şişlikler oluşturmak üzere birbirine kaynaşma

eğilimindedir (Jones ve ark., 2013). Etmenin kökteki zararı sonucunda bitki topraktan yeterli miktarda su ve besin maddesi alamaz ve bitkilerde büyüme ve gelişme açısından gerileme görülür (Kalatur ve ark., 2022). Şeker pancarı bitkilerin yapraklarında kloroz ve küçük yaprak oluşumu ve popülasyon yoğunluğuna bağlı olarak tarlada yamalar halinde bodurlaşma görülebilir. Ağır enfeksiyonlarda özellikle kuru koşullarda veya düşük nem tutma kapasitesine sahip topraklarda bitkiler solabilir ve hatta ölebilir (Jones ve ark., 2013).

4.3. Ekonomik önemi ve ekonomik zarar eşiği

Kök-ur nematodları ile enfekte olmuş tarlalarda şeker pancarı verimindeki azalmanın $>30\%$ 'a ulaşabileceğini araştırmacılar tarafından bildirilmiştir. (Matiashov, 1971; Marić ve Čamprag, 1982; Cooke, 1993). İtalya'da $60-80\%$ oranında kök verim kayıpları belirlenmiştir (di Vito ve Lamberti, 1977; di Vito ve ark., 1977). Ancak yapılan çalışmalar sonucunda KUN türüne ve çevresel şartlara bağlı olarak zarar seviyesinin değiştiği belirlenmiştir. Şeker pancarında Kuzey Avrupa gibi ılıman bölgelerde *Meloidogyne* spp. zararının sınırlı kaldığı bildirilmiştir. *Meloidogyne naasi*'nin Belçika ve Fransa'da zarar yaptığı buna karşın Kuzey Avrupa ve Amerika'da zararının az olduğu belirlenmiştir (Gooris ve d'Herde, 1972b; Villeroy ve Pourcharesse, 1975; Maas ve Maenhoot, 1978). Saksı denemeleri sonucunda ise *M. hapla*'nın *M. chitwoodi*'ye kıyasla daha zararlı olduğu ve tolerans limitlerinin sırasıyla 0,6 ve 2,8 yumurta + juvenil cm^3 olduğu tespit edilmiş olup bu etmenlerin maksimum zararının sırasıyla 65% ve 60% olduğu tespit edilmiştir (Griffin ve ark., 1982). Ayrıca, *M. incognita*'nın pancarın kök sisteminde yaptığı zarar sonucunda bitkilerin özellikle *Pythium ultimum* ve *Rhizoctonia solani* gibi fungal patojenlerle enfekte olmasına katkısı olduğu saptanmıştır (Pandey, 1984; Kalatur ve ark., 2020).

4.4. Konukçuları

Şeker pancarında zarar yapan KUN'nın tamamı polyfag türler olup birçok farklı bitki familyasında konukçuları bulunmaktadır (Jepson, 1987). KUN içerisinde en yaygın türler olan *M. incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria*, *M. chitwoodi*, *M. fallax* ve *M. hapla*'nın 5500'den fazla bitki türünü enfekte edebildiği tahmin edilmektedir (Trudgill ve Blok, 2001; Adam ve ark., 2007).

5. Soğan Sak Nematodu

Şeker pancarında zarar yapan iki *Ditylenchus* türü, soğan sak nematodu (*Ditylenchus dipsaci*) ve patates çürüklük nematodu (*Ditylenchus destructor*) tespit edilmiştir. Ana konukçusu patates olan *D. destructor*'un şeker pancarında zarar yaptığı bildirilmekle beraber şeker pancarında hem fide hem de daha sonraki dönemlerde zarar yapan *D. dipsaci* daha önemli bir zararlıdır. Çoğu ülkede şeker pancarı zararlısı olarak sadece küçük veya yerel bir öneme sahip olmasına rağmen, ılıman bölgelerde yaygın olarak dağılmıştır (Jones ve ark., 2013). Dünya çapında yaygın ve polifag bir zararlı olan *D. dipsaci* en önemli beşinci bitki paraziti nematod türüdür (Jones ve ark., 2013).

5.1. Biyolojisi

Endoparazit ve hareketli bir tür olan *D. dipsaci*'nin enfektif dönemi olan dördüncü dönem larvaları şeker pancarının çimlenmesinden çok kısa bir süre sonra bitkiye hipokotil veya yaprak sapından penetre olur (Cooke, 1993). Bitkiye giriş yaptıktan sonra meydana gelen ergin dişiler ve erkek bireyler oluşur. Döllendikten sonra dişiler 500'e kadar yumurta bırakır ve bu yumurtalardan iki gün içerisinde ikinci dönem larvalar çıkış yapmaktadır (Cooke, 1993; Jones ve ark., 2013). Yumurta bırakan dişiler 10 haftadan fazla yaşayabilirler. Çevresel şartlara bağlı olarak bir neslin gelişimi değişmekle beraber soğan fidelerinde 15°C'de 19-23 gün sürer (Yuksel, 1960). Etmenin popülasyon artışı son derece yüksek olup şeker pancarı bitkileri sonbaharın sonlarına kadar yüz binlerce nematod içerebilir. Şeker pancarı yetiştirme döneminin sonunda toprağa geçen dördüncü dönem larvalar kümelenerek toprakta veya kurumuş bitki döküntülerinde kışı geçirirler. Etmenin dayanıklı formu olan bu döneminin 20 yıldan fazla hayatta kaldığı bildirilmiştir. *Ditylenchus dipsaci* kist nematodlarından ve kök-ur nematodlarından farklı olarak erkek ve dişileri ince uzun ipliksi formunu korumakta ve bitkide tüm dönemleri aynı anda bulunabilmektedir (Sturhan ve ark., 2008; Jones ve ark., 2013).

5.2. Zarar şekli ve belirtileri

Şeker pancarındaki *D. dipsaci* belirtileri istila seviyesine, çevresel koşullara ve bitkinin gelişim aşamasına bağlı olarak farklılık göstermektedir (Kiewnick, 2022). Etmenin dayanıklı formu olan dördüncü dönem larvalar bitkiye giriş yaptıktan sonra parankima dokularıyla beslenerek hücre duvarlarının orta lamellerinin parçalanmasına yol açarlar. Zarar gören hücrelerdeki çekirdek bölünerek genişler ve bu durum bitki dokusunda malformasyona neden olur (Jones ve ark., 2013). Bunun sonucu olarak erken ilkbahar döneminde fidelerde şişme ve bozulmalar olabilir. Sezonun ilerleyen dönemlerinde, pancar tacının yüzeyinde küçük beyaz kallus püstülleri görülebilir. Bu püstüller gram doku başına binlerce nematod içerir ve belirli bir tarlada yüksek düzeyde enfeksiyonun açık bir göstergesidir. Sezonun ilerleyen dönemlerinde, yapraklarda sararma veya solma gibi görünür belirtiler olmaksızın taç çürüklüğü gelişir (Kiewnick, 2022). Etkilenen kökler, yaralı dokulardan giren fungal ve bakteriyel patojenlerin bir sonucu olarak çürüyebilir (Hillnhütter ve ark., 2011). Hasat zamanında, taç çürüklüğü belirtileri şeker pancarı bitkisinin tamamen çürümesi gerçekleşene kadar artar (Kiewnick, 2022).

5.3. Ekonomik önemi ve ekonomik zarar eşiği

Ditylenchus dipsaci'nin ekonomik zarar eşiği yüksek çoğalma potansiyeli nedeniyle son derece düşük olup 250 ml toprakta sadece 1-2 juvenil seviyesindedir (Kiewnick, 2022). Yumurta üretimi sıcaklıkla doğrusal olarak ilişkilidir ve optimum koşullar altında günde 0.158 yumurta üretir (Jones ve ark., 2013). Bu hızlı popülasyon artışı, başlangıçtaki popülasyon yoğunluğu düşük olsa bile ciddi ürün hasarına neden olur. Ciddi şekilde zarar gören şeker pancarı bitkisinde kök verimi %50 oranında düşebilir ve şeker konsantrasyonu azalır, meyve suyu safsızlıkları (örneğin indirgen şekerler ve a-amino N) artar (Goffart ve Heiling, 1959). Verim azalmasına ek olarak, köklerin şeker içeriğinin %1-2 ve kuru maddenin %2.5 oranında azaldığı, şeker üretiminde istenmeyen maddelerin ise kül ve azot olduğu belirtilmiştir (Kuthe, 1974).

5.4. Konukçuları

Ditylenchus dipsaci, 40'tan fazla bitki familyasına ait yaklaşık 500 konukçu bitki ile son derece geniş bir konukçu yelpazesine sahiptir. Bu nedenle *D. dipsaci*, dünya çapında en geniş konukçu yelpazesine sahip bitki paraziti nematodlardan biri durumundadır (Sturhan ve ark., 2008). Ayrıca etmenin morfolojik ve moleküler olarak birbirinden ayırt edilemeyen ve zarar yaptıkları konukçuları farklılık gösteren 30'dan fazla biyolojik ırkı olup bunların çoğu soğan ırkı, yulaf ırkı ve pancar ırkı gibi ana konukçu ürünün adıyla anılmaktadır (Jeszke ve ark., 2013).

6. Yalancı Kök-ur Nematodu

Nacobbus cinsi içerisinde *N. aberrans*, *N. bolivianus* ve *N. dorsalis* olmak üzere tanımlanmış üç tür bulunmakta olup *N. aberrans* ve *N. dorsalis* türlerinin her ikisi de şeker pancarında bulunmuştur (Cooke, 1993; Manzanilla-Lopez ve ark., 2002). *Nacobbus aberrans* en yaygın kaydedilen tür olmakla beraber içerisinde bir tür kompleksi var gibi görünmektedir (Reid ve ark., 2003). Bu türlerden bir veya daha fazlası Kuzey, Orta ve Güney Amerika'da bulunmaktadır (Hallmann ve Meressa, 2018).

6.1. Biyolojisi

Yalancı kök-ur nematodu olarak da isimlendirilen *N. aberrans*'ın dişileri yumurtalarını kök-ur nematodlarında olduğu gibi jelatinimsi bir yapı içerisine bırakırlar. Yumurtadan çıkış yapan ikinci dönem larvalar konukçu köklerine penetre olur (Cooke, 1993). Her ne kadar bazı konukçularda ikinci dönem larvalar genellikle konukçu köklerini terk ederek kök sistemine başka bir yerden yeniden penetre olsa da, şeker pancarında ikinci ve üçüncü dönem larvaların köklerde kaldığını, ancak enfekte olmuş kökler öldüğünde dördüncü dönem larva olarak ortaya çıktıklarını bildirmiştir (Thorne ve Schuster, 1956). Son deri değişimi toprakta gerçekleşir ve olgunlaşmamış dişiler beslenme alanı oluşturmak ve gelişimlerini tamamlamak için daha büyük köklere yeniden penetre olurlar. Toprakta kalan erkekler tarafından döllenme, muhtemelen dişi hareketsiz hale geldikten sonra gerçekleşir (Cooke, 1993). Nematod yaşam döngüsünü 25°C'de 36 günde, 20 veya 30°C'de ise 43 günde tamamlar ve bir sezonda birden fazla nesil verebilir (Prasad ve Webster, 1967). *Nacobbus*

aberrans'taki genetik deęiŐkenlik ve belirgin coğrafi farklılıklar farklı ırklarının var olabileceğini göstermektedir (Cooke, 1993; Reid ve ark., 2003).

6.2. Zarar Şekli ve belirtileri

Adından da anlaşılacağı üzere, yalancı kök-ur nematodu zarar Őekli ve belirtileri ile kök-ur nematodunun (*Meloidogyne* spp.) zarar Őekli ve belirtileri benzerdir (Cooke, 1993). OluŐturdukları gallerin boyutu *M. hapla*'ya benzemekle beraber galler karakteristik olarak kök boyunca boncuk benzeri bir Őekilde oluşur (Hallmann ve Meressa, 2018). Pancar bitkilerinde *N. aberrans* zararı sonucu, bitki örtüsü boyunca yaprakların ve köklerin büyümesi ve gelişmesi geriler ve köklerde nekrozlar oluşabilir. Sıcak havalarda bitkiler kurur ve sararır. İstilanın en karakteristik semptomları arasında düzensiz Őekli gallerin oluşumu ve çok sayıda yan kök oluşumu yer alır (Marić and Ćamprag 1982; Cooke, 1993; Harveson, 2014).

6.3. Ekonomik önemi ve ekonomik zarar eşiği

Çalışmalar *N. aberrans*'ın kök veriminde %10-20'lik bir azalmaya neden olabileceğini göstermiştir (Harveson, 2014).

6.4. Konukçuları

Nacobbus aberrans lahana, fasulye, Şalgam, tatlı biber, acı biber, kabak, marul, domates, salatalık ve havuĉta tespit edilmiştir (Hallmann ve Meressa, 2018).

7. Kt Kök Nematodları

Kt-kök nematodları olarak bilinen *Trichodorus* ve *Paratrachodorus* türleri dünya çapında zarar yapan, polifag, ektoparazit bitki paraziti nematodlardır. Doğrudan zararlarının yanı sıra virüs vektörü olmaları nedeniyle de önemlidirler. Şeker pancarında zarar yapan kt kök nematod türleri arasında *Paratrachodorus* cinsinden *P. christiei*, *P. teres*, *P. anemones*, *P. pachydermus* ve *Trichodorus* cinsinden *T. cylindricus*, *T. primitivus*, *T. similis* ve *T. viruliferus* türleri yer almaktadır (Cooke, 1993).

7.1. Biyolojisi

Küt kök nematodlarının tüm dönemleri ince uzun ipliksi yapıdadır. Polifag ektoparazit nematodlar olan küt kök nematodları yumurtalarının genellikle kök yakınına bırakırlar ve birkaç gün içerisinde yumurtalardan ikinci dönem larvalar çıkış yapar. Devamında üç defa gömlek değiştirdikten sonra ergin dişi ve erkek bireyler oluşur. Şeker pancarında zarar yapan türlerden *P. christiei* ve *T. teres*'te erkek birey nadiren görülürken *P. pachydermus* ve *T. primitivus* türlerinden erkek birey yaygın olarak görülmektedir. Şeker pancarında bir üretim sezonunda birkaç nesil verebilmektedirler (Cooke, 1993).

7.2. Zarar şekli ve belirtileri

Trichodorus spp. ve *Paratrachodorus* spp. türlerinin yaptığı zararın en karakteristik belirtisi çok farklı konukçularda görülen ve bu nematodlara adını da veren küt, güdük kök oluşumudur (Whitehead ve Hooper, 1970). Küt kök nematodları özellikle ana kökün uç veya bunun arka kısmında yer alan hücrelerde beslenirler ve bunun sonucu olarak kök uzunlamasına büyümeyi durdurur (Kalatur ve ark., 2022). Şeker pancarında kazık kökte zarar görebilir. Zarar sonucu kazık kökte büyüme durabilir ve özellikle popülasyonun daha düşük olduğu yüzey kısmına yakın alanlarda yan köklerde kalınlaşma ve devamında hasatta çatallı sığ bir kök sistemi görülür (Cooke, 1993). Küt kök nematodlarıyla bulaşık alanlarda fide çıkış döneminde zarar fark edilmezken kısa süre sonra sağlıklı bitkilerle zarar gören bitkiler arasında büyüme hızında farklılıklar görülmeye başlar. Özellikle kumsal toprak yapısına sahip alanlarda bodur bitkiler nedeniyle yamalar halinde çökmeler görülürken tek tek veya sıra halinde bodur bitkilerde gözlenebilir. Bitki ölümleri nadiren görülmekle beraber kök verimi her zaman azalmaktadır. Bodur bitkilerin çoğu hasat edilememekte ve özellikle şiddetli yağışların ardından önemli verim kayıplarına yol açmaktadırlar Ayrıca yapraklarda azot ve magnezyum eksikliği belirtileri görülebilmektedir (Cooke, 1993).

7.3. Ekonomik önemi ve ekonomik zarar eşiği

Küt kök nematodlarının zarar seviyesi yıldan yıla ve araziden araziye büyük farklılıklar gösterebilmektedir. İngilterede yapılan çalışmada ülkede küt kök nematodları nedeniyle oluşan kaybın 4.360 tonla 67.360 ton arasında

değiştığı bildirilmiştir (Cooke ve ark., 1985). *Trichodorus* ve *Paratrichodorus* türleri ayrıca özellikle tobacco rattle virus (TRV), early browning virus of pea (PEBV) ve the ring spot virus of pepper (PepRSV) gibi bitki virüslerinin vektörüdürler (Brown ve Trudgill, 1998; Kalatur ve ark., 2016).

7.4. Konukçuları

Tüm küt kök nematodları geniş bir konukçu yelpazesine sahiptirler. *Trichodorus* ve *Paratrichodorus* türlerinin konukçuları arasında şeker pancarı dışında pamuk, bezelye, patates ve tütün gibi tarla bitkileri, birçok sebze, çiçek ve süs bitkisi bulunmaktadır. (Decker, 1969; Cooke, 1993; Kalatur ve ark., 2022).

8. İğne Nematodları

İğne nematodları olarak bilinen *Longidorus* türleri polifag ektoparazit nematodlardır. Şeker pancarında tarla koşullarında *L. attenuatus*, *L. elongatus*, *L. leptcephalus*, *L. caespiticola* türlerinin zarar yaptığı belirlenmiş olup yapılan saksı çalışmalarında ise *L. africanus*'un şeker şeker pancarı köklerine zarar verdiği bildirilmiştir (Lamberti, 1969; Whitehead ve Hooper, 1970; Kalatur ve ark., 2022).

8.1. Biyolojisi

Longidorus türlerinin tüm dönemleri ince uzun ipliksi yapıdadır. Ilıman iklimlerde, iğne nematodlarının üremesi çoğunlukla yeni köklerin meydana geldiği ilkbahar ve yaz başlarıyla sınırlıdır. Ergin dişiler tarafından toprağa bırakılan yaklaşık 20 adet yumurtadan 9-12 gün içerisinde ikinci dönem larvalar çıkış yaparlar. Devamında üç defa gömlek değiştirdikten sonra ergin dişi ve erkek bireyler oluşur. Erkek bireyler nadiren görülmektedir. Serin ve yağışlı ilkbahar ve yaz mevsimleri genellikle üremeyi teşvik etmektedir. Erginler birkaç yıl yaşayabilse de yaşam döngüsünü tamamlama süresi toprak sıcaklığına bağlıdır. *Longidorus africanus* birkaç nesli tek bir büyüme mevsiminde tamamlayabilirken, *L. elongatus* nesil süreleri güney İngiltere'de 1-3 yıl, İskoçya'da 2 yıldır (Griffiths ve Trudgill, 1983; Kolodge ve ark., 1987; Cooke, 1993; Sigareva ve Kalatur, 2014; Sigareva ve ark., 2017).

8.2. Zarar şekli ve belirtileri

İğne nematodlarının şeker pancarı ve diğer ürünlere verdiği zararın en karakteristik belirtisi, özellikle genç köklerin kök uçlarında şişme veya ur oluşumudur. Etmenin zararı sonucu bitkilerde büyüme gecikir ve bodur bitkiler gözlenir. Ağır enfeksiyonlarda nadiren de olsa fide ölümleri görülebilir. Bitkilerde küçük ve dar yaprak oluşu ile alt yaprakların kenarlarında kırmızı renk değişimi görülebilir (Brown ve Sykes, 1971; Cooke, 1993; Sigareva ve Kalatur, 2014; Sigareva ve ark., 2017).

8.3. Ekonomik önemi ve ekonomik zarar eşiği

Longidorus elongatus yoğunluğu 65-100 birey/100 cm³ kök olduğunda verimde %60'a varan düzeyde azalmalara neden olabildiği bildirilmiştir (Kalatur ve ark., 2022). Verim üzerindeki olumsuz etkiye ek olarak *L. elongatus*, tomato black ring virus (TBRV) ve raspberry ringspot virüs (RRV)'un vektörü durumundadır (Harrison ve ark., 1961; Kalatur ve ark., 2016).

8.4. Konukçuları

İğne nematodları çok sayıda farklı bitki ve yabancı ot türünde zarar yapmaktadırlar. Konukçuları arasında şeker pancarı dışında pamuk ve mısır gibi tarla bitkileri ile elma, siyah frenk üzümü, kiraz, üzüm, şeftali, armut, erik, ahududu, çilek gibi meyveler ve orman ağacı türleri yer almaktadır (Decker, 1969; Sigareva ve ark., 2017).

9. Şeker Pancarı Yetiştiriciliğinde Bitki Paraziti Nematodlara Karşı Entegre Mücadele Uygulamaları

Gıda arzı, kullanılabilir tarım alanlarının her geçen gün azalmasının devamında dünya nüfusundaki artışla beraber günümüzün en büyük problemlerinden biri durumuna gelmiştir. Dünyanın artan nüfusuna yeterli gıda arzı sağlamak için tüm ürünlerde gıda üretimini her yıl en az %2 oranında artırması gerektiği tahmin edilmektedir (Sikora ve ark., 2023). Tarımsal ekosistemler, hem insan hem de doğal kaynaklı etkenlerin ve kısıtlamaların baskısı altındadır. Gıda üretimi, birçok biyotik ve abiyotik etmenin baskısı altında yapılmakta olup ilerleyen süreçte de yapılmaya devam edecektir. Dünyanın dört bir yanındaki çiftçiler, ürettikleri gıdanın büyük bir bölümünü

istemeden de olsa böcek, akar, nematod gibi zararlılar, bakteri, virüs, fungus gibi hastalıklar ve yabancı otlar nedeniyle herhangi bir karşılık almadan kaybetmektedirler (Savery ve ark., 2019). Tarımsal üretimde kayıplara neden olan faktörler içerisinde bitki paraziti nematodlar önemli bir grubu oluşturmaktadırlar. Bitki paraziti nematodların dünyadaki tarımsal üretimi %10 kadar azalttığı ve her yıl 125 milyar ABD dolarının üzerinde ekonomik kayba neden olduğu hesaplanmıştır (Chitwood, 2003).

Beslenmenin temel maddelerinden olan şeker pancarında da benzer bir durum söz konusudur. Uygulanan tüm bitki koruma önlemlerine rağmen şeker pancarındaki şeker veriminin hastalık ve zararlılardan dolayı %24'lük bir kayıp olduğu belirlenmiştir (Hanse ve ark. 2011). Şeker pancarı üretimi ve elde edilen ürünlerin şeker kalitesi üzerinde de BPN kaynaklı önemli kayıplar söz konusudur. Ravichandra (2014) şeker pancarı üretiminde BPN zararı sonucunda %10.9'luk verim kaybı olduğunu bildirmiştir. Özellikle popülasyon yoğunluğu, çevresel şartlar ve tarımsal uygulama pratiklerine göre değişmekle beraber başta *H. schachtii* ve *Meloidogyne* türleri olmak üzere *Ditylenchus dipsaci*, *Nacobbus aberrans*, *Trichodorus* ve *Paratrichodorus* türleri şeker pancarında ekonomik anlamda zarar yapan en önemli BPN'dır (Cooke, 1993; Kalatur ve ark., 2022).

Geçmiş yıllarda nematod kontrolü, yetiştirilen bitkinin değerine ve yetiştirilme yoğunluğuna bağlı olarak yoğun nematisit kullanımının ürün rotasyonu ve dayanıklı çeşitlerin kullanımı ile desteklendiği bir mücadele şekliydi (Stirling ve ark., 1999). Bununla beraber son dönemde nematisitlerinde içinde yer aldığı birçok insektisit kullanımını insan ve çevre sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle yasaklanmış ve yasaklanmaya devam etmektedir. Avrupa Birliği "Green Deal the Biodiversity and Farm to Fork" stratejisi kapsamında 2030 hedeflerinde kimyasal pestisitlerin kullanımının %50 azaltılması ve hatta 2050 yılında kaldırılmasını hedeflenmektedir (Mora ve ark., 2023). Bu süreç içerisinde nematod mücadelesi ilk olarak entegre zararlı mücadelesi ve devamında da entegre ürün yönetimine doğru evrilmiştir (Sikora ve ark., 2023).

Günümüzde modern ve ticari tarımda nematod mücadelesi yönetiminde bütünsel bir anlayışa geçilmiş ve nematod zararını ve ürün kaybını azaltmak veya önlemek için geleneksel ve modern teknolojilerin entegrasyonuna dayalı bir mücadele programı kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle mücadele,

nematodların rotasyon ve nematisitlerle muamele edilerek yok edilebileceği yönündeki çok eski yanlış kanıdan, nihai hedefi uygun maliyetli nematod mücadelesi yönetimi, daha yüksek verim ve çevre üzerindeki etkinin azaltılması olan daha sürdürülebilir yaklaşımlara doğru ilerlemiştir. Yeni yönetim biçimlerine duyulan ihtiyaç, tarımsal üretimdeki büyük değişiklikler, halkın gıda üretimine bakışı ve tarımın çevre üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle ortaya çıkmıştır (Sikora ve ark., 2023).

BPN ile mücadelede çevreyle dost, %100 etkili ve en ekonomik mücadele yöntemi temiz alanların bulaştırılmaması veya bunun mümkün olduğunca ertelenmesidir. Bu noktada BPN'den arı alanlarda kullandığımız ekim dikim materyallerinin nematoddan arı olmasına azami dikkat gösterilmesi gerekmektedir. Sertifikalı üretim materyali kullanılması bunun mümkün olmadığı zamanlarda ise kullanılan üretim materyalinin nematolojik analizlerinin yapıldıktan sonra kullanılması gerekmektedir. Ayrıca hedef alanda kullanılan alet ve ekipmanların hijyenide son derece önemli olup başka bir tarla veya bahçede kullanılan ekipmanların temizlenmeden başka bir alanda kullanılmaması gerekmektedir.

BPN yayılımını maksimum düzeyde geciktirebilmesi için düzenli toprak analizleri son derece önemlidir. Böylece olası bulaşmalar en erken sürede tespit edilerek ilgili etmenle ilgili olarak en kısa sürede mücadele programı oluşturulabilmektedir. Bu erken tespit edilen düşük seviyedeki bulaşmaların eradikasyonunu veya hedef alan içerisindeki yayılımı engellemek açısından son derece önemlidir. Şeker pancarında toprak örnekleme ekim öncesi ilkbaharda veya hasat sonrası sonbaharda yapılmalıdır. Bu sadece olası bulaşmaların tespiti için değil aynı zamanda mücadelenin planlanması ve tespit edilen nematodun popülasyon seviyesine bağlı olarak gelecekteki verim kayıplarının tahmin edilmesine de yardımcı olmaktadır (Kalatur ve ark., 2022).

Şeker pancarı yetiştiriciliğinde doğru tarımsal uygulamalara bağlı kalmak için, zamanında ve kaliteli toprak işleme ve tohum yatağı hazırlığı, dengeli oranlarda organo-mineral ve mikro gübre uygulaması, optimum ekim zamanlaması ve ürün rotasyonunun tüm alanlarında yabancı ot kontrolü gibi adımlar atılmalıdır (Trybel ve Stryhun, 2012; Kalatur ve ark., 2015; Pylypenko ve ark., 2016). Bu uygulamalar şeker pancarı üretim alanlarında BPN'ler ile mücadele açısından da son derece önemlidir. ŞKPN gibi uzun süreli yaşam döngüsüne sahip olan etmenlerde şeker pancarının erken hasat edilmesi

sonucunda etmenin yaşam döngüsünü tamamlaması engellenebilmektedir (Thomason ve Fife, 1962).

ŞKPN mücadelesinde yumurtadan çıkışı teşvik eden tuzak bitkilerin kısa süreli ekimi iyi sonuçlar vermektedir. Birkaç dayanıklı yağlı turp (*Raphanus sativus* ssp. *oleifera*) ve beyaz hardal (*Sinapis alba*) çeşidi artık ticari olarak mevcuttur ve birçok Avrupa ülkesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu dayanıklı çeşitlerde *H. schachtii* larvalarının kök girişinden sonra beslenmeleri sırasında oluşturdukları syncytium beslenme bölgelerinin parçalanması sonucunda nematod yaşam döngüsünü tamamlayamamaktadır (Wyss ve ark., 1984). Bu ürünler bezelye, kışlık buğdayı ve/veya diğer erken tahıl ürünlerinin hasadından sonra Ağustos veya Eylül aylarında ekilmeli ve 40-45 gün sonra biçilerek toprağa karıştırılmalıdır. Yumurtadan çıkış yapan larvalar tuzak bitkilerin sürülmesi sonucunda konukçu olmaması nedeniyle kısa sürede ölmektedirler. Tuzak bitki kullanımı tarladaki ŞPKN popülasyonunu ekim zamanına, bitki yoğunluğu ve tuzak bitkinin performansına bağlı olarak %20-60 oranında azalmasını sağlamaktadır (Daub, 2022).

ŞPKN ile bulaşık alanlarda dayanıklı/toleranslı şeker pancarı çeşitlerinin yetiştirilmesi uzun vadede en iyi kontrol yöntemidir. Toleranslı çeşitlerin *H. schachtii* popülasyonunun azaltılması üzerine bir etkisi olmasa da verim açısından diğer çeşitlere yakın verim alınabilmektedir (Kalatur ve ark., 2022). Dayanıklı çeşitlerin kullanımı durumunda ikinci dönem larvalar yumurtadan çıkarak dayanıklı formlarını kaybetmektedirler ve dayanıklı çeşitler üzerinde çoğalamadıkları içinde popülasyonda ciddi azalmalar meydana gelmektedir. Bununla beraber bu çeşitlerin piyasadaki diğer çeşitlere göre verim veya şeker kalitesi açısından handikapları bulunabilmektedir. Şeker pancarında daha önce yapılan çalışmalarda KUN'a karşı dayanıklılık kaynakları belirlenmiştir (Yu ve ark., 1999; Bakooie ve ark., 2015; Nalbandyan ve ark., 2019). Bu çalışmaların sonucu olarak Reductor isimli ilk dayanıklı patates çeşidi SESVanderHave tarafından Avrupa'da 2022 yılı itibariyle tescil ettirilmiştir.

Ülkemizde şeker pancarı üretiminde bitki paraziti nematodlarla mücadelede kullanılacak ruhsatlı nematisit bulunmamaktadır. BPN'lerin yanı sıra diğer toprak kökenli patojenlerde etkili olan toprak fumigantlarının kullanımı BPN mücadelesindeki en etkili mücadele yöntemlerinden biridir. Organofosfat ve karbamatlı nematisitler ŞPKN ve KUN nematodu

mücadelesinde kullanılabilir. Ancak yapılan çalışmalarda bu aktiflerin etkinliğinin fumigantlardan daha az olduğu belirlenmiştir (di Vito ve ark., 1977; Smith ve ark., 1978).

BPN ile mücadelede çevreye dost ve en etkili mücadele yöntemlerinden biri konukçu olmayan bitkilerle yapılacak münavebedir. Münavebede kullanılacak olan bitkilerin hedef etmenin konukçusu olmadığından emin olunmalıdır. Bu durum KUN gibi çok sayıda konukçusu olan BPN'lerde münavebe planlamasını zorlaştırmaktadır. Münavebede BPN'lerin konukçu bitkinin olmaması durumunda hayatta kalma kabiliyetleride son derece önemlidir. *Xiphinema*, *Heterodera* gibi bazı BPN'ler konukçu yokluğunda uzun süre hayatta kalabilirken *Meloidogyne*, *Nacobbus* gibi diğer nematodların popülasyon seviyesinde konukçu yokluğunda zaman içinde hızlı düşüşler olmaktadır. Ayrıca münavebede kullanılacak bitkilerin popülasyon seviyesinin azalması üzerine etkinlikleri de farklı olabilmektedir. Şeker pancarı üretiminde münavebede konukçu olmayan bir ürün olarak arpa kullanıldığında *H. schachtii*'yi buğdaydan daha fazla azaltır (Cook, 1993). Bu bilgilerin hepsi bir arada değerlendirilerek hedef BPN türü, popülasyon yoğunluğu ve çiftçi ihtiyaçlarına uygun olacak şekilde uzun süreli münavebe programları hazırlanmalıdır. Örneğin *H. schachtii* popülasyon yoğunluğunun orta (201-600 juvenil ve yumurta/100 cm³ toprak) veya yüksek seviyeye (>600 juvenil ve yumurta/100 cm³ toprak) ulaştığı tarlalarda, on yıllık münavebe planlamasında en fazla iki kez şeker pancarı yetiştiriciliği yapmak gerekir. Aşağıda ŞPKN mücadelesinde kullanılan bazı münavebe programlarına örnekler verilmiştir (Kalatur ve ark., 2022).

- Yeşil yem için mısır - kışlık buğday - şeker pancarı - arpa - çok yıllık otlar / bezelye - kışlık buğday - şeker pancarı - bezelye - kışlık buğday - mısır
- Şeker pancarı - yulaf ile yonca - yonca - yonca - patates - kışlık buğday - kışlık arpa - yeşil yem için çavdar + silajlık mısır
- Şeker pancarı - bezelye - kışlık buğday ile yonca - yonca - yonca - yonca - patates - çavdar
- Çavdar + fiğ + yeşil yem için mısır - patates - şeker pancarı - arpa ile üçgül - üçgül - üçgül - kışlık buğday
- Kışlık / yazlık buğday - şeker pancarı - arpa - patates / hindiba - mısır - nadas

- Yonca - yonca - yonca - yonca - patates - şeker pancarı - arpa
 - Yonca - yonca - yonca - yonca - patates - arpa - şeker pancarı
- Eradikasyon amaçlı;
- Fiğ ile çavdar - yeşil yem için mısır - kışlık buğday - hindiba - üçgül ile arpa – üçgül/yonca - yonca – yonca
 - Yonca - yonca - yonca - hindiba - arpa/yazlık buğday - çavdar ile fiğ – mısır

Kullanılabilecek kısa süreli münavebe programları;

- Yeşil yem için mısır / bezelye - yeşil yem için çavdar/ çavdar
- Yeşil yem için mısır / bezelye - yeşil yem için çavdar / çavdar - yeşil yem için çavdar / çavdar
- Bezelye - yeşil yem için mısır - çavdar
- Arpa ile üçgül- üçgül - çavdar
- Yonca - yonca – buğday

10. Genel Değerlendirme

Şeker pancarı beslenmenin temel maddelerinden olan şekerin yanı sıra birçok ürününü üretiminde gerekli önemli ana maddeleri de sağlaması nedeniyle ekonomik anlamda son derece önemli bir bitkidir. Dünyada beşinci büyük şeker pancarı üreticisi olan Türkiye’de şeker üretiminin tamamı şeker pancarı bitkisi kullanılarak yapılmaktadır. Şeker pancarı üretimi ve elde edilen ürünlerin şeker verimi çok çeşitli hastalık, zararlı ve abiyotik stres faktörlerinin etkisi altında olup bunlar arasında bitki paraziti nematodlar tüm dünyada zarar yapan önemli zararlı gruplarından biri durumundadır. Şeker pancarı üretiminde bitki paraziti nematodlardan kaynaklı yaklaşık %11’lik bir kayıp söz konusudur. Türkiye’de şeker pancarında zarar yapan hastalık ve zararlılar açısından çalışmalar çoğunlukla şeker araştırma enstitüleri ve üniversiteler tarafından yapılmaktadır. Bitki paraziti nematodlar açısından yapılan çalışmalar ise son derece sınırlıdır. Türkiye’de şeker ŞPKN varlığı bilinmekle beraber bu yaygınlığın ve popülasyon yoğunluğunun boyutu tam olarak bilinmemektedir. Kök-ur nematodlarıyla ilgili son yıllarda şikayetler gelmesine karşın hangi türlerin zarar yaptığı, yaygınlık ve yoğunlukları da bilinmemektedir. Şeker pancarı üretim alanlarında zarar yapan türlerin, yaygınlık ve yoğunluklarının ortaya konulması mücadelelerinin planlanması açısından son derece önemlidir. Bu nedenle şeker pancarı üretim alanlarındaki

BPN'in yaygınlık ve yoğunluklarının belirlenmesi çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmaların devamında ülkemizde son dönemde başlanılan ıslah çalışmaları kapsamında ŞPKN ve KUN türlerine yönelik dayanıklılık çalışmalarına da yönelinmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Abd-Elgawad, M.M.M.; Askary, T.H. (2015). Biocontrol Agents of Phytonematodes. CABI, Wallingford.
- Adam, M.A.M., Phillips, M.S., Blok, V.C. (2007). Molecular diagnostic key for identification of single juveniles of seven common and economically important species of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.). *Plant pathology*, 56 (1): 190-197.
- Akbay, A.Ö. (2003), Türkiye’de Şeker Üretiminin Ekonomik ve Sosyal Karlılığının Değerlendirilmesi. TAEA Proje Raporu, Yayın No:104, Ankara.
- Anonim, (2023). Ziraat Mühendisleri Odası Şeker Pancarı Raporu-2018.https://www.zmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=30301&tipi=38&sube=0#, (Erişim tarihi:24.05.2023)
- Babich A.G. (1990). Beet nematode harmfulness and the ways of its mitigation in the Right-Bank Forest-Steppe of the Ukrainian SSR. (Yüksek lisans tezi) Ukrainian Agricultural Academy, Kyiv.
- Bakooie, M., Pourjam, E., Mahmoudi, S.B., Safaie, N., Naderpour, M. (2018). Development of an SNP marker for sugar beet resistance/susceptible genotyping to root-knot nematode. *J. Agr. Sci. Tech.*, 17: 443-454.
- Brown, E.B. and Sykes, G.B. (1971) Studies on the relation between density of *Longidorus elongatus* and growth of sugar-beet, with supplementary observations on *Trichodorus* spp. *Annals of Applied Biology*, 68: 291-298.
- Brown D.J.F., Trudgill D.L. (1998). Nematode transmission of plant viruses-a 30-year perspective. Host pathogen interactions & crop protection. *Ann Rep Scottish Crop Res Inst (SCRI)*:121-125.
- Cooke, D.A. (1984). The relationship between numbers of *Heterodera schachtii* and sugar beet yields on a mineral soil, 1978-81. *Annals of Applied Biology*, 104: 121-129.
- Cooke, D.A. (1991) The effect of beet cyst nematode, *Heterodera schachtii*, on the yield of sugar-beet in organic soils. *Annals of Applied Biology*, 118: 153-160.
- Cooke, D. (1993). Plant Parasitic nematodes in Temperature Agriculture. CAB international, Wisconsin.

- Cooke, D.A., Thomason, I.J. (1979). The relationship between population density of *Heterodera schachtii*, soil temperature and sugarbeet yields. *Journal of Nematology*, 11: 124-128.
- Cooke, D.A., Bromilow, R.H., Nicholls, P.H. (1985). The extent and efficacy of granular pesticide usage to control ectoparasitic nematodes on sugar beet. *Crop Protection*, 4: 446-457.
- Daub, M. (2022). The beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*): An ancient threat to sugar beet crops in Central Europe has become an invisible actor. In: Integrated Nematode Management: state-of-the-art and visions for the future. CABI, Wallingford.
- Decker H (1969). Phytonematologie. Biologie und Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- di Vito, M., Lamberti, F. (1977). Prove di lotta chimica contro i nematodi galligeni su barbabietola da zucchero. *Nematologia Mediterranea*, 5: 31-38.
- di Vito, M., Lamberti, F., Carella, A. (1977). Ulteriori risultati di prove di lotta chimica contro *Meloidogyne incognita* su barbabietola da zucchero. *Nematologia Mediterranea*, 5: 339-343.
- Doney, D.L., Whitney, E.D., Steele, A.E. (1971). Effect of *Heterodera schachtii* infection on sugarbeet leaf growth. *Phytopathology*, 61: 40-41.
- Eisenback, J.D. (1982). Description of the blueberry root-knot nematode, *Meloidogyne carolinensis* n.sp. *Journal of Nematology*, 14: 303-317.
- Elliot, M.C., Weston, G.D. (1993). Biology and physiology of sugarbeet plant. In: The sugar beet crop: science into practice. Chapman and Hall, London.
- Erdinç, Z. (2017), Türkiye’de Şeker Sanayinin Gelişimi ve Şeker Sanayinde İzlenen Politikalar. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(3): 9-26.
- FAOSTAT, (2021). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Erişim tarihi: 24.05.2023.
- Ghaderi, R., Karssen, G. (2020). An updated checklist of *Meloidogyne* Göldi, 1887 species, with a diagnostic compendium for second-stage juveniles and males. *Journal of Crop Protection*, 9(2): 183-193.

- Goffart, H. (1957). Bemerkung zu einigen Arten der Gattung *Meloidogyne*. *Nematologica*, 2: 177-184.
- Goffart, H., Heiling, A. (1959). Über Schadaufreten von Stengelälchen, *Ditylenchus dipsaci*, im Zuckerrübenbau. *Zeitschrift für die Zuckerindustrie*, 84: 349-351.
- Goodey, J.B., Franklin, M.T., Hooper, D.J. (1965). The Nematode Parasites of Plants Catalogued under their Hosts. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK.
- Gooris, J., d'Herde, C.J. (1972a). Le cycle de développement de *Meloidogyne naasi* Franklin sur céréales de printemps et d'hiver et sur betteraves. *Revue de l'Agriculture*, 25: 651-657.
- Gooris, J. and d'Herde, C.J. (1972b). Mode d'hivernage de *Meloidogyne naasi* Franklin dans de sol et lutte par rotation culturale. *Revue de l'Agriculture*, 25: 659-664.
- Greco, N., Brandonisio, A., de Marinis, G. (1982). Tolerance limit of the sugarbeet to *Heterodera schachtii*. *Journal of Nematology*, 14: 199-202.
- Griffiths, B.S., Trudgill, D.L. (1983). A comparison of the generation times of and gall formation by *Xiphinema diversicaudatum* and *Longidorus elongatus* on a good host and a poor host. *Nematologica*, 29: 78-87.
- Griffin, G.D., Inserra, R.N., di Vito, M. (1982). Comparative relationship between *Meloidogyne chitwoodi* and *M. hapla* population densities and growth of sugarbeet seedlings. *Journal of Nematology*, 14: 409-411.
- Hallmann, J., Daub, M., Grundler, F., Westphal, A. (2009). 150 Years *Heterodera schachtii*: a historical review of the early work. *Journal für Kulturpflanzen*, 61: 429-439
- Hallmann, J., Meressa, B.H. (2018). Nematode parasites of vegetables. In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. CAB International, Wallingford.
- Hanse, B., Schneider, J.H.M., Termorshuizen, A.J., Varrelmann, M. (2011). Pests and diseases contribute to sugar beet yield difference between top and averagely managed farms. *Crop Prot.*, 30: 671-678.
- Harrison B.D., Mowat W.P., Taylor C.E. (1961). Transmission of a strain of tomato black ring virus by *Longidorus elongatus* (Nematoda). *Virology*, 14 (4): 480-485

- Hanse, B., Tijink, F.G., Maassen, J., Van Swaaij, N. (2018). Closing the Yield Gap of Sugar Beet in the Netherlands-A Joint Effort. *Frontiers in Plant Science*, 9: 184.
- Harveson R.M. (2014). The false root-knot nematode: a unique plant pathogen native to the Western hemisphere. APS Features.
- Hemayati, S.S., Jahad, E., Akbar, M-R., Ghaemi, A-R., Fasahat, P. (2017). Efficiency of white mustard and oilseed radish trap plants against sugar beet cyst nematode. *Applied Soil Ecology*, 119: 192–196.
- Hillnhütter, C., Albersmeier, A., Sikora, R.A. (2011). Synergistic damage by interaction of *Ditylenchus dipsaci* and *Rhizoctonia solani* (AG 2-2IIIB) on sugar beet. *J Plant Dis Prot*, 118: 127-133
- Jepson, S.B. (1987). Identification of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species). CAB International, Wallingford, UK.
- Jeszke, A., Budziszewska, M., Dobosz, R., Stachowiak, A., Protasewicz, D., Wieczorek, P., Obrepalska-Steplowska, A (2013). A comparative and phylogenetic study of the *Ditylenchus dipsaci*, *Ditylenchus destructor* and *Ditylenchus gigas* populations occurring in Poland. *Journal of Phytopathology*, 162: 61-67
- Jones, J.T., Haegeman, A., Danchin, E.G., Gaur, H.S., Helder, J., Jones, M.G., 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(9): 946-961.
- Kalatur, K.A., Suslyk, L.O., Pylypenko, L.A. (2015). Control of beet nematode in sugar beet crops: recommendations. IBCSB, Kyiv.
- Kalatur, K.A., Janse, J.D., Janse, L.A. (2022). Sugar Beet Nematodes: Their Occurrence, Epidemiology, and Management in Ukraine. In: Sugar Beet Cultivation, Management and Processing. Springer Nature, Singapore.
- Kalatur, K.A., Pylypenko, L.A., Boiko, A.L. (2016). Role of *Longidoridae* and *Trichodoridae* phytonematodes in vectorial transfer of viral plant pathogens. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 24: 100-111.
- Kitsno, L.V., Borisyuk, V.A., Medvedev, A.A., Linnik, L.I. (1980). Formation of the assimilation apparatus and yield capacity in sugarbeet growing in soil infected with *Heterodera schachtii*. *Doklady Akademii Nauk Ukrainskoi SSR*, Series B (3): 87-90.

- Kiewnick, S. (2021). The stem nematode *Ditylenchus dipsaci* in sugar beet: a species of extremes. In: Integrated Nematode Management: State-of-the-art and visions for the future. CABI, Wallingford.
- Kolodge, C., Radewald, J.D. and Shibuya, F. (1987). Revised host range and studies on the life cycle of *Longidorus africanus*. *Journal of Nematology*: 19, 77-81.
- Kuthe, K. (1974). The effect of sugar beet nematode (*Ditylenchus dipsaci* Filipjev) infestation on the impurity percentage, sugar content and yield of sugar beet. *Gesunde Pflanz*, 26(3): 48-57.
- Lamberti, F. (1969). Pathogenicity of *Longidorus africanus* on selected field crops. *Plant Disease Reporter*, 53, 421-424.
- Maas, P.W.T., Maenhout, C.A. (1978). Het graswortelknobbelaaltje (*Meloidogyne naasi*) bij suikerbieten. *Gewasbescherming* 9, 159-166.
- Manzanilla-Lopez, R.H., Costilla, M.A., Doucet, J., Franco, J., Inserra, R.N., Lehman, P.S., Cid del Prado-Vera, I., Souza, R.M., Evans, K. (2002). The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae): systematics, distribution, biology and management. *Nematropica*, 32: 149-227
- Marić, A., Čamprag, D. (1982). Pest and diseases of sugar beet. Nolit, Beograd.
- Matiashov, V.D. (1971). Gall nematode *Meloidogyne hapla* Chitwood, 1949 on sugar beet crops in Kyrgyzstan. In: Helminthological research in Kyrgyzstan. Ilim, Frunze.
- Moens, M., Perry, R.N., Starr, J.L. (2009). *Meloidogyne* species-a diverse group of novel and important plant parasites. In: Root-knot nematodes. CABI, Wallingford.
- Mora, O., Berne, J.A., Drouet, J.L., Le Mouel, C., Meunier, C. (2023). Foresight: European Chemical Pesticide-Free Agriculture in 2050. <https://www.calameo.com/read/006800896f25276a7e498?authid=u7GuXsBiCGyN>. (Erişim tarihi: 12.06.2023).
- Mulvey, R.H., Townshend, J.L., Potter, J.W. (1975). *Meloidogyne microtyla* sp. nov. from southwestern Ontario. *Canada. Canadian Journal of Zoology*, 53: 1528-1536.
- O'Bannon, J.H., Reynolds, H.W. (1961). Root-knot nematode damage and cotton yields in relation to certain soil properties. *Soil Science*, 92: 384-386.

- Müller, J. (1999). The economic importance of *Heterodera schachtii* in Europe. *Helminthologia*, 36: 205–213.
- Nalbandyan, A.A., Fedulova, T.P., Hussein, A.S. (2019). Molecular Selection of *Beta vulgaris* L. Breeding Material with Biotic Stress-Resistance Genes. *Russian Agricultural Sciences*, 45(2): 119-123.
- Pandey, S. (1984). Associative effects of *Meloidogyne incognita*, *Pythium ultimum* and *Rhizoctonia solani* on sugar beet seedlings. *Indian Phytopathol*, 37(3): 462-465.
- Prasad, S.K., Webster, J.M. (1967). Effect of temperature on the rate of development of *Nacobbus serendipiticus* in excised tomato roots. *Nematologica*, 13 (1): 85-90.
- Pylypenko, L.A., Kalatur, K.A., Hallmann, J. (2016). Sugar beet nematode *Heterodera schachtii* distribution and harmfulness in Ukraine. *Agric Sci Pract*, 3(3): 3-11.
- Ravichandra, N.G. (2014). Horticultural nematology. Springer, New Dehli.
- Reid, A., Manzanilla-Lopez, R.H., Hunt, D.J. (2003). *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae); a nascent species complex revealed by RFLP analysis and sequencing of the ITS-rDNA region. *Nematology*, 5: 441-451.
- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S.J., Esker, P., McRoberts, N., Nelson, A. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature Ecology & Evolution*, 3: 430–439.
- Schacht, H. (1859). Über einige Feinde und Krankheiten der Zuckerrübe. *Zeitschrift des Vereins für die Rübenzucker-industrie im Zollverein*, 9: 239-250.
- Sharon, E., Spiegel, Y. (1993). Glycoprotein characterization of the gelatinous matrix in the root-knot nematode *Meloidogyne javanica*. *Journal of Nematology*, 25: 585-589.
- Sigareva, D.D., Kalatur, K.A., Hryhoriev, V.M. (2007). The effect of beet nematode (*Heterodera schachtii* Schmidt) on the development of sugar beet diseases. *Plant Protection and Quarantine*, 53:174-180.
- Sigareva, D.D., Pylypenko, L.A, Borzykh, O.I., Kovtun, A.M. (2017) Agricultural nematology. Ahrarna nauka, Kyiv.
- Sikora, R.A., Helder, J., Molendijk, L.P., Desaeger, J., Eves-van den Akker, S., Mahlein, A.K. (2023). Integrated Nematode Management in a World in

- Transition: Constraints, Policy, Processes, and Technologies for the Future. *Annual Review of Phytopathology*, 6.1-6.22.
- Smith, R., Burtch, L.M., Thomason, I.J. (1978). The control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in sugarbeets by fumigant and non-fumigant nematicides. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists*, 20: 48-54.
- Steele, A.E. (1965). The host range of the sugarbeet nematode, *Heterodera schachtii* Schmidt. *Journal of the American Society of Sugarbeet Technologists*, 13: 573-603.
- Steele, A.E. (1984) Nematode parasites of sugarbeet. In: Plant and Insect Nematodes. Marcel Decker, New York and Basle.
- Stirling, G., Nicol, J., Reay, F. (1999). Advisory Services for Nematode Pests. RIRDC publication, Barton.
- Sturhan, D., Hallmann, J. Niere, B. (2008). A nematological anniversary: 150 years *Ditylenchus dipsaci* (Kühn, 1857). *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 60: 261-266.
- Sunulu, S., Sunulu, A. (2016), Şeker Pancarında Cercospora Yaprak Lekesi Hastalığı. *Pankobirlik*, 27(108): 34.
- Thorne, G., Schuster, M.L. (1956) *Nacobbus batatiformis* n.sp. (Nematoda: Tylenchidae), producing galls on the roots of sugarbeets and other plants. *Proceedings of the Helminthological Society of Washington*, 23: 128-134.
- Trudgill, D.L., Blok, V..C, (2001). Apomictic polyphagous root knot nematodes: exceptionally successful and damaging biotrophic root pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 39. 53-77.
- Trybel, S.O., Stryhun, O.O. (2012). Dynamics of sugar beet cultivation in Ukraine and phytosanitary condition of crops. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 14:217–222.
- Thomason, I.J. Fife, D. (1962). The effect of temperature on development and survival of *Heterodera schachtii* Schmidt. *Nematologica*, 7: 139-145.
- TUİK, (2022). <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=104&locale=tr>. (Erişim tarihi: 24.05.2023).
- Turner, S.J., Subbotin, S.A. (2013). Cyst nematodes. In: Plant nematology 2nd Edition. CAB International, Wallingford, Oxfordshire.

- Villeroy, P., Pourcharesse, P. (1975). Development and use of Curaterr in France in recent years. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer*, 28: 55-66.
- Whitney, E.D., J.E. Duffus. (1986). Compendium of beet diseases and insects. APS Press, St. Paul.
- Whitehead, A.G. Hooper, D.J. (1970) Needle nematodes (*Longidorus* spp.) and stubbyroot nematodes (*Trichodorus* spp.) harmful to sugar-beet and other field crops in England. *Annals of Applied Biology*, 65: 339-350.
- Wyss, U., Stender, C. Lehmann, H. (1984). Ultrastructure of feeding sites of the cyst nematode *Heterodera schachtii* Schmidt in roots of susceptible and resistant *Raphanus sativus* L. var *oleiformis* Pers. cultivars. *Physiological Plant Pathology*, 25: 21-37.
- Yu, M.H., Heijbroek, W., Pakish, L.M. (1999). The sea beet source of resistance to multiple species of root-knot nematode. *Euphytica*, 108(3): 151-155.
- Yuksel, H.S. (1960). Observations on the life cycle of *Ditylenchus dipsaci* on onion seedlings. *Nematologica*, 5: 289-296.

BÖLÜM 11

ŞEKER PANCARINDA YABANCI OT VE MÜCADELESİ

Arş. Gör. Muhammed TATAR¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.8206294>

¹ Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, Tarım Bilimleri ve Teknoloji Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, Sivas, Türkiye E-mail: mtatar@sivas.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-8312-8434

Şeker Pancarında Yabancı Ot ve Mücadelesi

Şeker pancarı (*Beta vulgaris* L.), Chenopodiaceae familyasına ait şeker kamışından (*Saccharum officinarum* L.) sonra tüm dünyada ikinci önemli şeker ürünü olarak yer almaktadır (Brar ve ark., 2015). Şeker pancarı ılıman bir bitkidir ve kökü yüksek miktarda sükröz içermektedir (Paul ve ark., 2019). Bu bitkinin temel özellikleri soğuğa, sıcağa, hastalığa, tuzluluğa, kuraklığa, toprak erozyonunu önlemek için derin köklere karşı yüksek tolerans ve hayvan yemi üretimi için fabrikaların işletilmesi için melasla karıştırılmış yaprak ve posa gibi önemli miktarda yan ürünlerdir (Brar ve ark., 2015). Yaşam süresi kısadır (5-6 ay) ve şeker kamışına kıyasla yüksek konsantrasyonda sakaroz (%14-20) içerir; çünkü şeker kamışının ömrü uzundur (12-14 ay) ve düşük miktarda sakaroz (%10-12) oluşturmaktadır (Ahmad ve ark., 2012; Paul ve ark., 2018). Dünyadaki insan tüketimi şekerinin yaklaşık %30'u şeker pancarı ürününden sağlanmaktadır (Bairagi ve ark., 2013). Şeker pancarında hastalık ve zararlıların yanı sıra verim ve kaliteyi etkileyen etmenlerde yabancı otlarda yer almaktadır (Oerke, 2006). Şeker pancarı, sezonun başlarında yavaş büyüyen bir üründür ve bu nedenle tarlada yabancı otlarla zayıf bir rakip gibi görünmektedir (Mayıs, 2003). Şeker pancarı tarlasında acil kontrol önlemleri alınmazsa, ürünün büyüme döneminde şiddetli bir rekabet meydana gelir ve bu da ürünün tamamen zarar görmesine neden olmaktadır (Cioni ve Maines, 2010). Özellikle şeker pancarının kritik dönemi olan çıkıştan sonraki ilk 60 güne kadar etkin yabancı ot mücadelesi gerekmektedir (Gerhards ve ark., 2017). Ekimden 8 hafta sonra veya 2 yapraklı faza ürünün ulaşmasından 4 hafta sonra çıkan kontrolsüz yıllık yabancı otlarla rekabet edildiğinde şeker pancarı kök veriminin %26-100 oranında azaltılabileceği bildirilmiştir (Rosso ve ark., 1996). Yabancı otlar, ekinlere verilen zararın önde gelen nedenlerinden biridir. Mevcut verilere göre, bunların varlığından kaynaklanan zarar, zararlılar ve bitki hastalıklarından daha az değildir. Bu zarar miktarı gelişmiş ülkelerde, yarı gelişmiş ülkelerde ve geleneksel tarım sistemlerine sahip gelişmekte olan ülkelerde sırasıyla %5, %10 ve %25'tir (Harker ve O'Donovan 2013). Scott ve ark. (1979), şeker pancarı ürününün 4 ila 6 yapraklı aşamada olduğu ve bu nedenle şeker pancarı ürünlerinden 8 yapraklı döneme kadar yabancı otların temizlenmesinin gerekli olduğu takip eden 6 hafta boyunca yabancı otların verimi yaklaşık %1,5 oranında azaltılabileceğini belirtmişlerdir. (Gerhards ve ark., 2017). Şeker pancarı mahsulü, başlangıçtaki yavaş büyümesi nedeniyle

yabancı otların rekabetine nispeten duyarlıdır. Yabancı otların şeker pancarı verimi üzerinde önemli etkisi vardır. Karışık ot popülasyonları, yabancı ot içermeyen parsellere kıyasla kontrol parsellerinde yaklaşık %99 oranında şeker pancarı verimini büyük ölçüde azalttı (Tekleselassie ve Yirefu, 2013). Yabancı ot-pancar rekabeti, şeker pancarı suyundaki potasyum, sodyum ve amino nitrojen gibi saf olmayan maddeleri etkilemez. Yer üstü yabancı ot biyokütle üretimi, bireysel pancar kökü ağırlığını etkilemektedir. Longden'e (1989) göre, yabancı ot-pancar popülasyonu ile sükroz konsantrasyonunun yanı sıra potasyum, sodyum, amino nitrojen veya invert şekerler arasında bir ilişki bulunmadı. Ancak yabancı ot-pancar popülasyonu ile kök ve şeker verimleri arasında güçlü bir korelasyon bulunmuştur. Yabancı ot pancarının artan yoğunlukları ile birlikte kök ve şeker verimi giderek azalmıştır. Sead ve ark. (2013), yabancı ot kontrol uygulamasının yabancı ot kontrolüne göre pancar suyunda toplam çözüner şeker (TSS) %'si, % sükroz ve görünür saflık %'sini önemli ölçüde etkilediğini bildirmiştir. Şeker pancarı tarlasında herbisitler uygulamasına, yabancı ot kontrolü için ön yaklaşım olarak 1950'lerin başından itibaren başlanmış olmasına rağmen, dünyanın birçok yerinde çapalama ve elle yabancı ot temizleme halen kullanılmaktadır (Schweizer ve Dexter, 1987). 1990'lı yıllarda ekolojik kontaminasyonu ele almak için herbisitlerin sınırlı kullanımı bir gereklilik haline gelmiş ve ardından farklı yönetim uygulamalarının ayarlanması ve herbisit dozlarının sınırlandırılmasıyla herbisit kullanımının azaltılması sağlanabilir. Böylece diğer kimyasal olmayan yaklaşımları içeren kimyasal bir yöntemde yer alan yabancı ot kontrolünde entegre yabancı ot yönetimi önem arz etmektedir (Cioni ve Maines, 2010). Bu nedenle, şeker talebini azaltmak için şeker pancarı üretiminin sürdürülmesi için gerçek yabancı ot mücadelesi çok önem arz etmektedir. Dünyada şeker pancarı ürününde bulunan 250 yabancı ot türünden 60 tanesi başlıca bulaşık tür olarak tespit edilmiştir. Bunların yaklaşık %70'i geniş yapraklı ve %30'u dar yapraklı (çimenli) yabancı otlardır (May ve Wilson, 2006). Dikot yabancı otlar, monokotlara göre daha yıkıcıdır (Zoschke ve Quadranti, 2002). Şeker pancarı yetiştirme alanlarının en önemli dikot yabancı otları Chenopodiaceae, Asteraceae, Brassicaceae ve Polygonaceae familyalarındandır. Yıllık otlar genellikle yıllık geniş yapraklılardan daha az rekabetçidir (Schweizer ve May, 1993). En yaygın yıllık geniş yapraklı yabancı otlar *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Matricaria recutita*, *Polygonum aviculare*, *Fallopia*

(*Polygonum convolvulus*, *Sinapis arvensis* ve *Stellaria media*; yıllık ot *Echinochloa crusgalli*, *Poa annua* ve *Setaria viridis*'tir. Aynı şeker pancarı familyasına ait bir tür olan *Chenopodium album*, bu üründe yaygın olarak görülen yabancı otlardan biridir. Wilson (1987), tarım topraklarının çoğunun, şeker pancarı mahsulüyle rekabet etmek için çimlenebilecek ve ortaya çıkabilecek birçok türden (4100-137.700 tohum/m²) büyük miktarda yabancı ot tohumu içerdiğini belirtmiştir. Squire ve ark. (2003), topraktaki yabancı ot tohumlarının toplam sayısı ve bileşiminin iklime, toprak özelliklerine, toprak işleme yöntemlerine ve yabancı ot kontrol uygulamalarına bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir. Milton (1943), tohum gömme derinliğinin ve toprak işleme yoğunluğunun tohumların ömrünü etkilemektedir. Wilson ve ark. (1985), rezervdeki toplam tohumun yalnızca küçük bir yüzdesinin (%14-24) geçmiş ürünlerin kalıntıları olan türlerden oluştuğunu, büyük bir yüzdesinin (%76-86) ise diğer tarlalardan uzun mesafeler hava yoluyla seyahat edebildiğini belirtmiştir. Ancak rezervardaki yabancı ot tohumlarının sadece bir kısmı her yıl çimlenmekte ve fide üretmektedir. Burnside ve ark. (1996), *C. album* tohumlarının %28'inin bozulmamış toprakta 17 yıl gömüldükten sonra filizlendiğini bildirmiştir. Farklı araştırmacılar, *C. album* tohumlarının %9'unun ekili toprakta 6 yıl gömüldükten sonra çimlendiğini ve tohumların %53'ünün bozulmamış toprakta 6 yıl gömüldükten sonra çimlendiğini bildirmiştir (Roberts ve Feast, 1973). Azaltılmış toprak işlemenin, yabancı ot tohumlarının %50'sini toprağın üst 0-7 cm'sinde bıraktığını, oysa yoğun şekilde sürülmüş toprağın, yabancı ot tohumlarını toprağın üst 30 cm'sine eşit bir şekilde dağılmaktadır (Schweizer ve Zimdahl, 1984). Azaltılmış toprak işlemeyle, tohum rezervuarı toprak yüzeyine daha yakın hareket ederek tohumların çimlenmek ve ürünle rekabet etmek için daha iyi bir konumda olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, sığ ot tohumlarından yararlanan şeker pancarında ekim ve yabancı ot kontrol sistemlerinin tasarımı, mahsul sistemlerinin etkinliğini artırabilir. İyi bir yabancı ot yönetimi programlarının, topraktaki yabancı ot tohumlarının sayısını ve çeşitliliğini sınırlamak için ürün rotasyonları, herbisitler ve toprak işleme uygulamalarının bir kombinasyonunu içermesi gerekmektedir (May ve Wilson, 2006). Yabancı otlar ışık, besin ve su için şeker pancarı ürünü ile rekabet eder.

Zimdahl (1980) ve Werker ve Jaggard (1998), su ve besinlerin bol olduğu, yağmurla beslenen ve sulanan bölgelerde ışığın yabancı otları etkileyen

ana faktör olduğunu belirtmişlerdir. Geniş yapraklı türler üründen daha uzun büyür ve şeker pancarı için ışığı sınırlı hale getiren ve dolayısıyla verimi azaltan yoğun gölge üretir. Schweizer ve Dexter (1987), ekimden sonraki 8 hafta içinde veya ürünün iki yapraklı aşamaya ulaşmasından sonraki 4 hafta içinde ortaya çıkan kontrolsüz yıllık yabancı otlardan kaynaklanan rekabetin kök verimini %26-100 oranında azaltabileceğini belirtmişlerdir. Scott ve ark. (1979), ekimden 8 hafta sonra, özellikle şeker pancarı bitkilerinde sekiz veya daha fazla yapraklı olduktan sonra çıkan yabancı otların verimi etkileme olasılığının daha düşük olduğunu bildirmiştir. Şeker pancarı, çıkıştan yapraklar zemini gölgeleyene kadar yabancı otlarla zayıf bir şekilde rekabet eder. Ekonomik zararı ve verim düşüklüğünü önlemek için şeker pancarı bitkisinin tarlaya çıkışından itibaren 4 hafta içerisinde tamamen yabancı ot mücadelesi yapılmalıdır. Akabinde yabancı ot mücadele programına büyüme mevsimi boyunca devam edilmelidir (Gerhards ve ark., 2017). Longden (1987), sadece 1 bitki/m² yoğunluktaki yabancı ot pancarının kök verimini %11 oranında azaltabileceğini belirtmiştir. Bu bölümde şeker pancarında kullanılan yabancı ot mücadele makineleri vurgulanarak şeker pancarında yabancı ot sorunları ve yabancı ot kontrolü ilkeleri ele alınmaktadır. Öte yandan, yabancı otlar, yabancı ot yönetimi programı için ciddi bir zorluk oluşturmaktadır (Chauhan, 2020). Şeker pancarı ürünlerinde farklı şekillerde sınıflandırılabilen çok çeşitli yabancı otlar bulunabilir. En iyi sınıflandırma faktörlerinden biri bitki morfolojisine dayanmaktadır. Bu nedenle şeker pancarı yabancı otları geniş yapraklı ve dar yapraklı (çimenli) türler olarak ayrılabilir. Ancak şeker pancarındaki sorunlu yabancı otların %70'inden fazlası geniş yapraklı yabancı otlara ayrılmaktadır (Lobmann ve ark., 2019). Şeker pancarındaki en önemli sorunlu yabancı otların bilimsel isimleri, familyaları ve morfoloji durumları Tablo 1'de listelenmiştir. Bu bölümde şeker pancarı ürününde ekonomik anlamda verim ve kalite kayıplarına neden olan yabancı otların mücadelesi hakkında kısa bilgiler verilecektir.

Tablo 1. Şeker pancarındaki en önemli yabancı otlar

Bilimsel İsim	Familiya	Morfoloji
<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae	Geniş yapraklı
<i>Agropyron repens</i>	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Amaranthus powellii</i> S. Wats.	Amaranthaceae	Geniş yapraklı
<i>Amaranthus retroflexus</i> L.	Amaranthaceae	Geniş yapraklı
<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Asteraceae	Geniş yapraklı
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulaceae	Geniş yapraklı
<i>Avena fatua</i> L.	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Brassica napus</i> L.	Brassicaceae	Geniş yapraklı
<i>Brassica nigra</i>	Brassicaceae	Geniş yapraklı
<i>Beta vulgaris</i>	Chenopodiaceae	Geniş yapraklı
<i>Chamomilla suaveolens</i>	Asteraceae	Geniş yapraklı
<i>Chenopodium album</i> L.	Chenopodiaceae	Geniş yapraklı
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Asteraceae	Geniş yapraklı
<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	Geniş yapraklı
<i>Datura stramonium</i> L.	Solanaceae	Geniş yapraklı
<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Elymus repens</i>	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Galium aparine</i> L.	Rubiaceae	Geniş yapraklı
<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	Geniş yapraklı
<i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad	Amaranthaceae	Geniş yapraklı
<i>Lamium purpureum</i>	Lamiaceae	Geniş yapraklı
<i>Chamomilla suaveolens</i>	Asteraceae	Dar yapraklı
<i>Matricaria camomilla</i>	Asteraceae	Geniş yapraklı
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Polygonaceae	Geniş yapraklı
<i>Polygonum persicaria</i>	Polygonaceae	Geniş yapraklı
<i>Physalis</i> spp.	Solanaceae	Geniş yapraklı
<i>Poa annua</i> L.	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Polygonaceae	Geniş yapraklı
<i>Polygonum</i> spp.	Polygonaceae	Geniş yapraklı
<i>Portulaca oleracea</i> L.	Polygonaceae	Geniş yapraklı
<i>Rumex dentatus</i>	Polygonaceae	Geniş yapraklı
<i>Setaria faberi</i> Herrm.	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	Geniş yapraklı

<i>Solanum sarachoides</i> Sendtner	Solanaceae	Geniş yapraklı
<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae	Geniş yapraklı
<i>Sonchus arvensis</i> L.	Asteraceae	Geniş yapraklı
<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae	Dar yapraklı
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Caryophyllaceae	Geniş yapraklı
<i>Veronica persica</i>	Plantaginaceae	Geniş yapraklı
<i>Viola arvensis</i> Murr.	Violaceae	Geniş yapraklı

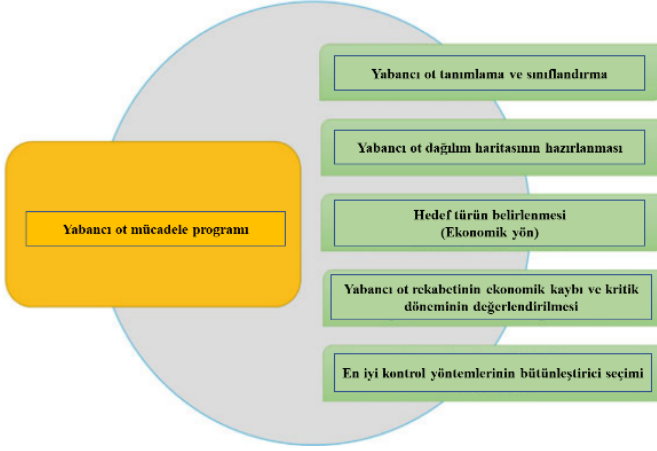
1. Yabancı Ot Dağılımı ve Tarımsal Önemi

Böcekler, hastalıklar ve nematodlardan farklı olarak, her yıl tüm şeker pancarı tarlalarında, genellikle kontrol edilmediği takdirde ürünün bozulmasına neden olan popülasyonlarda yabancı otlar meydana gelmektedir (Jansen, 1972). Dünya genelinde yaklaşık 250 bitki türü önemli yabancı ot haline gelmiş ve bunlardan yaklaşık 60 kadarı ana şeker pancarı üretim bölgelerinde bulunmaktadır. Şeker pancarı bitkilerinde bulunan yabancı otların yaklaşık %70'i geniş yapraklı türler ve %30'u ot türleridir. Herhangi bir çiftlikte genellikle ondan daha az önemli yabancı ot türü şeker pancarı ürünlerini istila eder. İki yıllık yabancı ot, *Elytrigia repens* ve *Convolvulus arvensis* ve on yıllık yabancı ot dünyanın şeker pancarı tarlalarındaki başlıca yabancı otların listesini oluşturmaktadır (Holm ve ark., 1977). Yıllık geniş yapraklı yabancı otlar, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Matricaria recutita*, *Polygonum aviculare*, *Fallopia (Polygonum) convolvulus*, *Sinapis arvensis* ve *Stellaria media*; yıllık otlar *Echinochloa crus-galli*, *Poa annua* ve *Setaria viridis*'tir. Şeker pancarı ile aynı familyaya ait bir tür olan *C. album*, bu üründe en sık rapor edilen yabancı otlardan biridir ve şeker pancarının kendisi (toprak bekçilerinden veya şimşeklerin döktüğü tohumlardan yetişen) önemli bir yabancı ot sorunu olabilir.

Bazı yerli kültür (veya yerli olmayan) bitkileri, belirli bir yerde birkaç nedenden dolayı istenmez: (a) İstenen bitkilerle güneş ışığı, besin, su ve yer için rekabet ederler, (b) mahsul verimini ve kalitesini düşürürler, (c) olgunluğu geciktirirler ve hasadı engellerler, (d) bitki patojenleri için konak sağlarlar, onlara istenen bitkileri enfekte etme ve kalitesini düşürme konusunda daha fazla fırsat verirler, (e) tohum yiyen kuşlar ve meyve sinekleri için yiyecek ve barınak sağlarlar, ve (f) kanallara zarar verebilir ve akışları engelleyebilir (Naylor, 2002).

2. Yabancı Ot Mücadelesi

Artan dünya nüfusu ve insan topluluklarının beslenme ve gıda arzı ile ilgili ihtiyaçları, çiftçiler ürün üreticilerini üretimi artırmaya ve üretimini sınırlayıcı faktörleri en aza indirmeye yöneltmiştir. Bunlar arasında başta yabancı otlar olmak üzere zararlılarla mücadele büyük önem taşımaktadır. Tarımsal üretim sistemlerindeki önemli sınırlayıcı faktörlerden biri, ana kültür ürünlerde ve özellikle şeker pancarında yabancı otların varlığıdır. Düşük bir rakip olarak şeker pancarı, biyotik ve abiyotik streslere karşı çok hassastır. Yeni tarım sistemlerinde başarılı yabancı ot kontrolü, mahsulü ve yabancı otları etkileyen tüm faktörleri dikkate alan bir yönetim planının geliştirilmesini gerektirmektedir (Şekil 1). Herbisitler günümüzde yabancı ot yönetiminde çok önemli bir rol oynamaktadır ve yüksek verimlilikleri ve ekonomik avantajları nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Çoğu üründe en yaygın kullanılan, kolay uygulanabilir, esnek ve etkili yabancı ot mücadele yöntemlerinden biri kimyasal mücadele olan herbisitler veya biyoherbisitlerin kullanılmasıdır (Kunz ve ark., 2016; Mushtaq ve ark., 2020; Mehdizadeh ve Mushtaq, 2020). Özellikle şeker pancarı gibi düşük rekabet gücüne sahip mahsuller için verim kaybını önlemek için herbisitlerin kullanılması kritik öneme sahiptir (Jhala ve ark. 2021). Herbisitlerin aşırı kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerindeki riskleri ve yabancı otlara karşı dayanıklılık olasılığı nedeniyle, bu tek başına yöntemlerin hiçbiri şeker pancarı yabancı otlarını kontrol etmek için yeterli değildir. Bu nedenle, etkili bir kontrol yöntemi olarak öncelikle azaltılmış dozlarda herbisitlerin kullanıldığı entegre bir yabancı ot yönetim sisteminin uygulanması gerekmektedir (Kaya ve Buzluk, 2006).



Şekil 1. Başarılı bir yabancı ot yönetimi programı için kritik adımlar

Tüm çevresel tehlikelere, insan sağlığı üzerindeki etkisine ve ortamdaki herbisit kalıntılarıyla ilgili zorluklara rağmen, kimyasal yabancı ot kontrol yöntemi, yabancı otları kontrol etmek için hala etkili bir yöntem olarak kabul edilmekle birlikte alternatif umut verici mücadele yöntemlerine de yer verilmektedir

2.1. Kültürel mücadele

2.1.1. Ürün rotasyonu

Tarlada bir yabancı ot türüyle mücadele sağlamak için tek bir ürün yerine tüm münavebede yabancı ot kontrolü düşünülmelidir. Ürün rotasyonu programı yoluyla yabancı ot kontrolü minimum maliyeti, en yüksek etkinliği ve çevresel riski olmaması veya minimum olması nedeniyle zorunludur. Ürünün yabancı ot türlerine daha az benzediği veya yabancı ot kontrolünün kolay olduğu sorgum, mısır veya buğday anızlarında *Equisetum arvense* (At kuyruğu) kontrol etmenin şeker pancarı veya soya fasulyesine göre daha kolay olduğu tek ve çift çenekli türler yabancı ot mücadele programlarına dahil edilmelidir. İyi planlanırsa hedef yabancı otlar önemli ölçüde azaltılması sağlanabilir. Üç veya dört yıldır ekim alanlarında görülmeyen *Cuscuta* spp. (Adi küsküt) özellikle mısır, sorgum, soya fasulyesi, buğday gibi mahsullerin yetiştirilmesi sorunu çözmek için bir destek verebilir. Ekim nöbeti, yabancı ot istilasının yoğunluğunu kontrol ederek ve tarladaki yabancı ot spektrumunu baskılayarak şeker pancarının büyümesini etkileyebilir (Cioni ve Maines, 2010). Ürün

münavebesinin pancar verimi ve kalitesinin stabilitesini etkilediği Götze (2017) tarafından bildirilmiştir.

2.1.2. Örtü ürünü veya malçlama

Örtü bitkilerinin şeker pancarı rotasyonuna eklenmesi bazı ülkelerde çok tipiktir (şeker pancarı alanının %25'i) (Merkes ve ark., 2001). Örtü bitkileri sonbaharda su, alan, ışık ve besin maddeleri için yabancı otlarla mücadele eder ve ardından büyüme dönemlerinde ve ilkbaharda malç olarak yabancı otları bastırır (Campiglia ve ark., 2015; Kunz ve ark., 2016). Şeker pancarı tarlalarında yaygın olarak kullanılan örtücü türler hardal (*Sinapis alba* L.), phacelia (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) ve turp (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* Metzg.)'tur (Petersen, 2004). Bu hızlı büyüyen örtü bitkileri sayesinde, tarlada ışık yoğunluğu azaldığından yabancı otların etkili bir şekilde bastırılması sağlanır. Ayrıca, bazı örtü bitkilerinin alelopatik özellikleri çevreye allelopatik bileşenler salarak yabancı otları baskılayabilir (Kelton ve ark., 2012; Kunz ve ark., 2016). İkincil metabolitler, glukosinolatlar, Brassicaceae familyasının temsilcisidir (Fenwick ve ark., 1983). İzotiyosiyanatlar, glukozinolatlardan bozunma materyalleri olarak biyolojik olarak aktiftir ve yabancı otların filizlenmesini engelleyebilir. Örtücü bitkiler toprağa karışarak yeşil gübre olarak önem arz etmektedir (Petersen ve ark., 2001).

2.1.3. Toprak işleme

Şeker pancarı tarlalarında bulunan yabancı ot florası, arazi hazırlığı sırasında toprakta işleme derinliğinin azaltılmasıyla değiştirilebilir. Cioni ve ark. (1998), şeker pancarı tarlasındaki yabancı ot türlerinin konfigürasyonunun, önceki mahsullerin farklı toprak işleme sistemlerine (geleneksel toprak işleme, minimum toprak işleme ve doğrudan delme) bağlı olarak değiştiğini gözlemlemiştir. Şeker pancarında mücadelesi çok sorunlu olan tek yıllık yabancı otlarda toprak işlemenin yabancı ot florası konfigürasyonuna etkisi saptanmazken, minimum toprak işleme ile Polygonaceae, Gramineae ve çok yıllık bitkilere etkisi saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Önceki üründe toprak işlemenin şeker pancarında yabancı ot türlerine etkisi

Toprak işleme	Önceki ürün	Yabancı otlar
Geleneksel toprak işleme (>20–25 cm)	Ayçiçeği, mısır, soya fasulyesi	<i>Abutilon theophrasti</i> , <i>Amaranthus</i> spp., <i>Ammi majus</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Datura stramonium</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , ayçiçeğinin yeniden büyümesi, <i>Polygonum</i> spp., <i>Salsola kali</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Xanthium strumarium</i>
Minimum toprak işleme (15–20 cm)	Buğday, ayçiçeği, soya fasulyesi	<i>Alopecurus myosuroides</i> , <i>Amaranthus</i> spp., <i>Ammi majus</i> , <i>Chenopodium</i> spp., <i>Cirsium arvense</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Fallopia convolvulus</i> , <i>Lolium</i> spp., <i>Phalaris</i> spp., <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Sinapis</i> spp.
Doğrudan delme	Buğday, ayçiçeği, mısır, soya fasulyesi	<i>Agropyron repens</i> , <i>Alopecurus myosuroides</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Convolvulus</i> spp., <i>Equisetum</i> spp., <i>Fallopia convolvulus</i> , <i>Phalaris</i> spp., <i>Picris echioides</i> , <i>Poa</i> spp., <i>Sorghum halepense</i>

2.2. Mekanik mücadele

Mekanik mücadele, yabancı otları köklerinden sökerek tüm bitkileri parçalayarak veya yabancı ot saplarını ve yapraklarını köklerinden çözerek büyük ölçüde ortadan kaldırma prensibine dayanmaktadır. Çok yıllık yabancı otların yeniden yeni bir yabancı ot oluşturacak kökleri, rizomları, stolonları ve yumruları bölerek ve dağılması istemeden yayılması da bir başka dezavantajdır (Cioni ve Maines, 2010). Yetiştirme ekipmanlarının kullanılabilmesi için şeker pancarı sıraları arasında geniş mesafeler gereklidir. Ekinlerin büyüme aşamasına bağlı olarak, tarlada ekin yaralanmasından kaçınmak için bazı hassas tarım araçları kullanılmalıdır. Yüksek etkinlik ve ürün bakımı için mekanik çiftçiliğin zamanlaması çok önemlidir. Örneğin, nemli toprak koşulları, bu durumdaki yabancı otların yeniden büyümesi nedeniyle etkinliği azalsa bile, çapa makinelerinin kullanımına asla izin vermez. Mekanik ot tırmık olarak sıralarda da tırmık kullanılabilir ve koleoptilin tohumdan çıkışı ile şeker pancarının 2 yapraklı aşaması arasında tırmık kullanılmamalıdır. Şeker pancarı sıralarından yabancı otları temizlemek için çapa makinelerinde kullanılan

parmak otları veya burulma otları gibi bazı aletler vardır (Petersen, 2004). Sonuç olarak, yabancı otların elle çıkarılması oldukça önemlidir. Yabancı ot salgını ve tarla durumlarına bağlı olarak, sırada üzerindeki yabancı otları elle etkili bir şekilde çıkarmak için yaklaşık 70-300 saat/ha⁻¹ gerekir. Elle yabancı ot temizliği, sanayileşmiş ülkelerde çok maliyetlidir; ancak günümüzde elle yabancı ot temizliği çok kesin yabancı ot problemlerdir. Elle yabancı ot temizliği, işçiliğin herbisit kullanımından daha ucuz olduğu ülkelerde (örneğin, Türkiye ve eski Sovyetler Birliği ülkeleri) oldukça yaygındır (Petersen, 2004). Şeker pancarı yetiştirilen ülkelerin çoğunda traktöre takılan çapalar şeker pancarı sıraları arasındaki yabancı otları yok etmek için çok önemlidir. Traktör çapaları, herbisitlerin sıralar üzerine bantlar halinde püskürtüldüğü yerlerde veya çok yıllık ve bazı yabancı otların herbisit tarafından uygun şekilde kontrol edilemeyecek kadar ilerlemiş olması durumunda zor yabancı otları kontrol etmek için kullanılır (Cioni ve Maines, 2010). Traktör çapaları, toprak gevşek olduğundan ve yabancı otların daha az yeniden köklenmesinden dolayı kurak arazide daha iyi çalışır, keskin dişli yabancı otlar ise toprak ıslakken düzgün çalışır. Yabancı otlar, nemli koşullar altında topraktan kolayca yok edilebilirken, monokot yabancı otlar ıslak koşullar altında kolayca yeniden köklenebilir (Jones ve ark., 1996).

2.3. Kimyasal mücadele

Geniş yapraklı yabancı ot türleri, en rekabetçi tek yıllık yabancı otlardır. Yaz ortasında, bu yabancı otlar genellikle şeker pancarının 2-3 katı yüksekliğe çıkar. Ekim alanında yabancı ot kontrolü herbisitlerle yapılır çünkü kimyasal mücadele etkili ve kolay uygulanabilir (Lodovichi ve ark., 2013). Çeşitli herbisitlerin tank karışımları genellikle çok çeşitli yabancı ot kontrolü sağlamak için kullanılır (May ve Wilson, 2006). Kimyasal herbisitlerin yabancı otlarla mücadeledeki başarısı, esas olarak uygulama zamanına, uygulama dozlarına ve uygulama yöntemine bağlıdır. Herbisit uygulama zamanına göre, yabancı otları kontrol etmek için üç farklı herbisit türü vardır (Şekil 2).



Şekil 2. Uygulama süresine göre herbisitler sınıflandırması

Genel olarak, şeker pancarı tarlalarındaki yabancı otları kontrol etmek için desmedipham, chloridazon, clopyralid, phenmedipham, etofumesate ve metamitron gibi az sayıda seçici herbisid kullanılmaktadır (Adamczewski ve ark., 2019). Şeker pancarı bitkisiyle ilgili çok çeşitli yabancı otlar ve diğer yandan bu ürün için seçici herbisitlerin sınırlamaları nedeniyle, şeker pancarı yabancı otlarını kontrol etmek için tank karışımları olarak bazı herbisitlerin bir kombinasyonunun kullanılması yaygındır. Günümüzde bitki öncesi herbisitlerin kullanımı, yüksek kalıcılıkları ve toksisiteleri ile insan sağlığı ve tarımsal ekosistemin güvenliği üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle çok sınırlıdır (Ayivi ve ark., 2021; Zimmerman ve ark., 2021). Öte yandan, şeker pancarı tarlalarında çıkış öncesi herbisitlerin kullanımı bu mahsulde kullanılan herbisitlerin sadece %10'u kadardır ve aslında önemli bir pay çıkış sonrası herbisitlerle ilgilidir (Deveikyte ve ark., 2015). Yağış şiddeti ve süresi, toprak nemi, toprağın fizikokimyasal özellikleri ve topraktaki mikroorganizma popülasyonu gibi bazı durumlar çıkış sonrası herbisitlerin etkinliğini etkileyebilir. Genel olarak şeker pancarında yabancı ot mücadelesi için bazı başarılı kimyasal mücadele vakaları Tablo 3'de sunulmaktadır. Şeker pancarı tarlasında kimyasal yabancı ot mücadelesi en önemli yabancı ot mücadele yöntemidir (Bhadra ve ark., 2020).

Tablo 3. Şeker pancarında kullanılan herbisitler

Herbisit	Şeker pancarı-yabancı ot zarar belirtileri	Doz	Sonuç	Referans
Ekim öncesi, çıkış sonrası yabancı otlara ürün çıkışından önce				
Glufosinate-ammonium	Bitki yaprakları, özellikle yeni çıkanlar önce sarıya sonra kahverengiye döner	-	-	May ve Wilson, 2006
Glyphosate	-	3 L ha ⁻¹	%100 yabancı ot kontrolü	Bezhin ve ark., 2015
Tesis öncesi dahil, ortaya çıkış öncesi				
Cycloate	Genel bodurluk, buruşuk, erimiş yapraklar. Kısaltılmış yaprak orta damar	-	-	-
Desmedipham + phenmedipham + ethofumesate	-	616.5 g ha ⁻¹	<i>Chenopodium album</i> 'ün %90,93 kontrolü	Chitband ve ark., 2014
Lenacil	Yaprak damarının ilk sararması, yaralı bitki dokusu kahverengiye döner	-	-	-
Acetolachlor	Yaprak kenarının ilk sararması, yaşlı yaprakları etkiler, yaralı bitki dokusu kahverengiye döner	0.75 L/fed	<i>Medicago polimorfa</i> %51.3 ve <i>Phalaris minor</i> %47.3 biyokütlesinde azalma	Mahmoud and Soliman, 2012; Abd El-Hamed, 2019
Metamitron, Chloridazon	-	1300 g ha ⁻¹	<i>Amaranthus retroflexus</i> 'un %90,47 kontrolü	Chitband ve ark., 2014
Quinmerae	Kök büyümesinin inhibisyonu, sürgütün bodurlaşması, yapraklarda epinasti ve antosiyanik renklenme	-	-	-
Çıkış sonrası				
Clethodim, Fluazifop-P, Propanil, Quinclorac, Quinclorac-P	Ot sarmalından çıkan yaprakların sararması (kloroz), sararması	-	-	-
Desmedipham + phenmedipham + triflusulfuron metyl + clopyralid	Genel bodurluk, büyüme noktasında yaprakların sararması	45 g + 45 g + 4.4 g + 26 g ha ⁻¹	Yabancı ot biyokütlesinde %78,4 azalma	Armstrong ve Sprague, 2010
Clomazone	Yaprakların ağartılması. Duyarlı türler ortaya çıkar	-	-	-

	ancak pigmentasyondan yoksundurlar			
Clopyralid	Gövde uzaması, burulma, yaprak çukurluğu	240 g ha ⁻¹	<i>Portulaca oleracea</i> 'nın %89,67 kontrolü	Chitband ve ark., 2014
Chloridazon, Lenacil, Metamitron, Phenmedipham	Yapraklarda ilk sararma veya kahverengi lekelenme, yaprak kenarlarında kızarma	960 g ha ⁻¹	Önemli yabancı ot kontrolü	Hamouzová ve ark., 2013
Ethofumesate 6.5% + metamitron 28% + phenmedipham 6.5%	-	2.5 kg/fed	Toplam yabancı otlarda %84,5 azalma	Abd El-Hamed, 2019
Desmedipham + phenmedipham + ethofumesate	-	616.5 g ha ⁻¹	<i>Chenopodium albümün</i> 'ün %90,93 kontrolü	Chitband ve ark., 2014
Acetochlor 84% EC	-	0.75 L/fed	Toplam yabancı otlarda %51 azalma	Abd El-Hamed, 2019
Betanal MaxxPro	-	0.5 L fed ⁻¹	Şeker pancarı ile ilişkili dar yapraklı yabancı otları tamamen ortadan kaldırır	Abd El-Lateef ve ark., 2021
Betasana-trio	-	0.9 L fed ⁻¹	Şeker pancarı ile ilişkili geniş yapraklı yabancı otları tamamen ortadan kaldırır	Abd El-Lateef ve ark., 2021

2.3.1. Ekim öncesi ve çıkış öncesi herbisitler

Şu anda şeker pancarı tarlalarında yabancı ot kontrolü için ekim öncesi ve çıkış öncesi herbisitler önerilmektedir. Ekim öncesi, ürün ortaya çıkmadan önce yabancı otları yok etmek için önerilen seçici olmayan temaslı herbisitler iken, ön çıkış, ekim öncesi veya sonrası uygulanan toprağa uygulanan kalan herbisitler. Şeker pancarı çimlenmesinden önce seçici olmayan herbisitler, başlıca avantajı, pancar dahil olmak üzere ortaya çıkan hemen hemen tüm yabancı ot türlerinin kontrol edilmesidir. Parakuat, glifosat ve glufosinat-amonyum, dünya çapında kullanılan başlıca temas herbisitleridir (Cioni ve Maines, 2010). Toprağa uygulanan kalıntı herbisitler, üründe ortaya çıkan yabancı otların sayısını azaltır ve genellikle mücadelecileri çıkış sonrası spreylere karşı duyarlı hale getirmektedir (Duncan ve ark., 1982; Cioni ve ark.,

1991). Çıkış öncesi herbisitler yabancı ot popülasyonunu azaltır, çıkış sonrası sonraki kullanımları tamamlar ve çıkış sonrası uygulamaların zamanlaması ve seçimi konusunda belirli bir esneklik sunar ve bu nedenle şeker pancarı yetiştiricilerinin geneli için hayati öneme sahiptir (Ansaloni, 1990). Artan tutarlılık ve düşük doz spreyleyin önceki çıkış sonrası kullanımı, geniş yapraklı yabancı ot mücadelesi için çıkış öncesi herbisitlerin, öncekinden daha düşük dozlarda uygulanmasına izin vermektedir. Şeker pancarı ürünlerinde uygulanan çıkış öncesi yaygın geniş yapraklı herbisitler kloridazon, klomazon, sikloat, etofumesat, quinmerac, lenasil, metamitron ve metolaklorlardır. Yabancı otları kontrol etmek için ekimden önce kullanılacak herbisitler sikloat, dalapon, EPTC, metolaklor, TCA ve tri-allattır. Bununla birlikte, bu graminisitler, özellikle de dalapon ve TCA, genellikle ucuz olmalarına rağmen, ürüne zarar verme olasılığı daha düşük olan bu graminisitler, birçok ülkede çıkış sonrası akıllıca graminisitler tarafından değiştirilmiştir (May ve Wilson, 2006).

2.3.2. Çıkış sonrası herbisitler

Çıkış sonrası herbisitler, özellikle geniş yapraklı ve çimenler için yabancı otları kontrol etmek için kullanılmaktadır. Kloridazon, klopivalid, etofumesat, lenasil, metamitron, desmedifam, endotal fenmedifam ve triflusalüfuron-metil gibi geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmek için çıkış sonrası herbisitlerde büyük miktarda ürün ve tank karışımları mevcuttur (May ve Wilson, 2006). Cioni ve Maines (2010), şeker pancarı herbisitlerinin yabancı otları kontrol etmek için yeterli aktiviteye sahip olması nedeniyle, çeşitli herbisitlerin tank karışımlarının sıklıkla geniş bir yabancı ot kontrolü yelpazesi sağlamak için kullanıldığını bildirmişlerdir. Herbisitlerin etkinliğini arttırmak Sprey katkı maddeleri, sprej damlacıklarının şeker pancarı yapraklarına temasını iyileştirmek için kullanılır. Yabancı otlar ve ürünün her ikisi de mumsu yapraklara sahip olduğunda, özellikle kuru koşullar altında sprej katkı maddeleri avantajlıdır. Şeker pancarı ürünlerinde kullanılan ana sprej katkı maddeleri mineral veya bitkisel yağlar, donyağı aminleri ve ıslatıcılar üzerine kurulu olmasına rağmen, birçok ülkede çıkış sonrası işlemler olarak bir yağ katkı maddesinin eklenmesi tavsiye edilmektedir. Çıkış sonrası graminisitlerin çoğu, hedefe dayalı büyümeye yeterli zaman sağlamak için ürün büyümesinin nispeten sonraki bir aşamasında uygulanmalıdır (Cioni ve Maines, 2010). Çıkış sonrası herbisit, geniş yapraklı yabancı otları kontrol etmek için düşük hacimde

ve düşük dozda uygulanabilirken (Balsari, 1996), geleneksel dozlarda aktif bileşen üçte iki oranında azaltılmaktadır. Balsari ve Airoldi (1993), dik bir spreyn, yetiştiriciler için ekonomik bir yabancı ot kontrolü gibi görünen bitkilerin maruz kalmasına nispeten ince spreylere damlacıkları üreten nozüllerle paylaşılan küçük spreylere hacimleri tarafından sağlandığını fark ettiler. Kotiledon aşamasındaki yabancı otlara ilaçlama, yöntemin başarısı için hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla, Avrupa ülkelerinde mikro oran sistemi yaygın olarak kabul edilebilir (Cioni ve Maines, 2010).

Tarım ve Orman Bakanlığı Gıda ve Kontrol Müdürlüğü Bitki Koruma Ürünleri Daire Başkanlığı tarafından şeker pancarı yabancı otlarına karşı ruhsatlandırılan ilaçların etkili zararlı organizma, aktif madde ve uygulama dozu aşağıda verilmiştir (Tablo 4).

Tablo 4. Tarım ve Orman Bakanlığı şeker pancarı herbisiti (Anonim, 2023)

Zararlı organizma	Aktif madde	Dozu
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>)	200 g/l Ethofumesate + 200 g/l Phenmedipham	125 ml/da çıkış sonrası Yabancı otların 2-4 yapraklı dönemi
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>) Şeytan elması (<i>Datura stramonium</i>) Yabani hardal (<i>Sinapis arvensis</i>)	700 g/l Metamitron	400 ml/da Çıkış Öncesi/Sonrası
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>) Kuşotu = Serçe dili (<i>Stellaria media</i>)	400 g/l Metamitron + 55 g/l Ethofumesate + 35 g/l Phenmedipham	1. uygulama: 300 ml/da Kotiledon ile 2 gerçek yaprak dönemi arasında 2. uygulama: 300 ml/da 1. uygulamadan 7-10 gün sonra
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>) Yapışkan ot (<i>Setaria verticillata</i>) Ballıbaba (<i>Lamium amplexicaule</i>)	571 g/l Metamitron + 71 g/l Quinmerac	350 ml/da Çıkış Öncesi
Yabani hardal (<i>Sinapis arvensis</i>) Gelincik (<i>Papaver rhoeas</i>) Kuşotu = Serçe dili (<i>Stellaria media</i>)	500 g/l Lenacil	1. uygulama yabancı otlar 2-4 yapraklı dönemdeyken 25 ml/da 2. uygulama 1. uygulamadan 7 gün sonra 25 ml/da

Sirken (<i>Chenopodium album</i>)		3. uygulama 2. uygulamadan 7-10 gün sonra 50 ml/da
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>) Yabani hardal (<i>Sinapis arvensis</i>) Bozot (<i>Heliotropium europeum</i>) Demir dikenli (<i>Tribulus terrestris</i>) Dikenli yabani marul (<i>Lactuca serriola</i>) Köpek üzümü (<i>Solanum nigrum</i>) Semizotu (<i>Portulaca oleracea</i>)	420 g/l Metamitron + 45 g/l Quinmerac	500 ml/da Çıkış öncesi
Yabani Krizantem (<i>Chrysanthemum segetum</i>) Hakiki papatya (<i>Matricaria chamomilla</i>) Kanarya otu = İmam kavuğu (<i>Senecio vulgaris</i>) Adi eşek marulu (<i>Sonchus oleraceus</i>)	600 g/l Clopyralid	17,5 ml/da çıkış sonrası
Yatık sirken (<i>Chenopodium vulvaria</i>) Duvar kazayağı (<i>Chenopodium murale</i>)	700 g/l Metamitron	400 ml/da Çıkış öncesi/sonrası
Köpek üzümü (<i>Solanum nigrum</i>) Uzun süpürge otu (<i>Descurania sophia</i>) Bozot (<i>Heliotropium europeum</i>) Demir dikenli (<i>Tribulus terrestris</i>) Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	350 g/l Metamitron + 150 g/l Ethofumesate	200 ml/da
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>) Şeytan elması (<i>Datura stramonium</i>) Yavşan otu (<i>Veronica</i> sp.) Yapışkan ot (<i>Setaria verticillata</i>) Hakiki papatya (<i>Matricaria chamomilla</i>) Kırmızı çiçekli ballıbaba (<i>Lamium purpureum</i>)	571 g/l Metamitron + 71 g/l Quinmerac	350 ml/da Ekim Öncesi

Çobançantası (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)		
Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>) Şeytan elması (<i>Datura stramonium</i>) Yabani hardal (<i>Sinapis arvensis</i>)	700 g/l Metamitron çıkış sonrası	400 ml/da
Demir diken (Tribulus terrestris) Sürüncü horoz ibiği (<i>Amaranthus blitoides</i>) Sirken (<i>Chenopodium album</i>) Kırmızı köklü tilkikuyruğu (<i>Amaranthus retroflexus</i>)	200 g/l Ethofumesate + 200 g/l Phenmedipham	Çıkış sonrası 125 ml/da Yabancı otların 2-4 yapraklı dönemi

2.3.3. Şeker pancarında herbisit direnci

Seçici şeker pancarı herbisitlerinin çoğunun, ilk belirtilerin yapraklarda görüldüğü şeker pancarı büyümesi üzerinde bazı etkileri vardır. Dolayısıyla bu seçicilik eksikliği şeker pancarında verimi düşürmektedir (Petersen, 2004). Halen kullanımda olan kısa spektrumlu herbisitleri değiştirebilen geniş spektrumlu herbisitlere toleranslı olan genetik modifikasyon teknolojisi (genetik mühendisliği), şeker pancarı üretimine olanak sağlamıştır. İki geniş spektrumlu herbisit olan glifosat ve glufosinat, genetiği değiştirilmiş şeker pancarı çeşitlerine tolerans göstermektedir (Marlander, 2005). Genetik olarak geliştirilmiş herbisit toleranslı şeker pancarı ürününün güneş ışığını tutma kabiliyetini artıran, yabancı otlarla mücadeleyi artıran ve sükröz verimini iyileştiren erken sezon mahsul gücünü arttırmaktadır. Bitkilerde herbisit fitotoksitesinin azalması nedeniyle, ürün verimi %15'e kadar artmakta ve böylece giderler yaklaşık %15 oranında azalmamaktadır (May, 2003). Birden fazla herbisite dayanıklı ürünün yoğun kullanımı, direncin aşılması, herbisite dayanıklı yabancı otların ve ürünlerin seçimi, yüzey suyu kontaminasyonu, yabancı ot florasında bir hareket ve herbisit sürüklenmesinin uygulanmasıyla hedef olmayan bitkilerde yaralanma ile ilgili sorunlara neden olabilmektedir (Hurle ve Petersen, 2000). Bu nedenle, bahsedilen sorunları ele almak için,

herbisite dayanıklı çeşitlerin yaygın olarak yetiştirilmesinden önce yönetim teknikleri gereklidir (Petersen, 2004).

2.3.4. Herbisit kullanımının azaltılması

2.3.4.1. Entegre yabancı ot yönetimi

Entegre mücadele yönetimi, optimum ürün üretimine ulaşmak için stratejilerin, ilkelerin, uygulamaların, yöntemlerin ve malzemelerin entegre, uyumlu, çevreye duyarlı ve ekonomik bir şekilde uygulanmasını içeren sistematik bir yabancı ot kontrolü yaklaşımıdır. Endure'un tanımına uygun olarak, IPM (Entegre Zararlı Yönetimi), ekonomik, çevresel ve sağlık tehlikelerini azaltacak şekilde tüm teknikler (kültürel, biyolojik, biyoteknik, mekaniksel, fiziksel ve kimyasal) uygulanarak zararlıları yönetmek için bir önlemdir. Ürün üretiminde pestisit bağımlılığını azaltmaya katkıda buldukları için yerel olarak uyarlanmaktadır (Cioni ve Maines, 2010). Gerçek agronomik ihtiyaç, yalnızca yabancı ot rekabetinin kritik aşamasında, yabancı otların verim kayıplarına neden olabileceği ve bundan sonra yabancı ot rekabetinin artık ürün verimini düşürmeyeceği dönemde ürünü savunmaktır (Zimdahl, 1988). Covarelli ve Onofri (1998), şeker pancarı tarlasının çimlenmeden 15 ila 40 gün sonra yabancı otlardan arındırılması gerektiğini bildirmiştir. Herbisit akıbeti, kalıcılığı ve yabancı ot kontrol zamanlaması buna göre seçilmelidir. Şeker pancarında ekimden 60-90 gün sonra yabancı otların temizlenmesinde aşağı yukarı yüzde elli-yetmiş oranında verim kaybı meydana gelmektedir. Ürün-yabancı ot rekabetini azaltmak, ekin üretimini ve net geliri artırmak için IWMS uygulanmalıdır. Hedeflere ulaşmak için hedef yabancı otlar için eşik değerlerin ve yabancı ot populasyonunun anlaşılması gerekmektedir. Yabancı otların ürünün verimi ve kalitesi üzerindeki etkisi de dahil olmak üzere nedensel eşik değerler dikkate alındığında akılda tutulması gereken birçok düşünce vardır (Cousens, 1986). Bu nedenle, belirli bir yabancı ot populasyonunun etkilerinin tahmini, şeker pancarı yetiştiricilerine, ekim alanlarındaki yabancı ot kontrolü çabalarının en iyi düzeyi hakkında değerlendirmeler yapmalarında yardımcı olacaktır.

2.3.4.2. Çıkış sonrası katkı maddeleri püskürtme

Bir pestisit veya herbisit aktif bileşenlerinin aktivitesi, katkı maddeleri ile değiştirilebilir. Bu katkı maddeleri, sürüklenmenin azaltılmasını, homojen dağılımı, etkinliği artırılması ve güvenli kullanımı artırılmasını sağlayabilir. Bileşime ve etki mekanizmasına bağlı olarak katkı maddeleri, yüzey aktif maddeler ve spreyler (anyonik, katyonik, iyonik olmayan, amfoterik), stabilizatörler (emülgatörler, dağıtıcı maddeler, topaklanma önleyici, uyumluluk arttırıcılar), çözücüler, yağlar (parafinik ve bitkisel), tortu arttırıcılar (yapışkanlar ve film oluşturucular), köpürme, köpüklenmeyi önleyici ve tamponlama maddeleri olarak farklılaştırılabilir. Fitoterapide katkı maddeleri hakkında bildirilen çok sayıda deneysel kanıt mevcuttur (Müller ve ark., 2001). Tohum yağı (örneğin kolza tohumu yağı) ve tamponlama maddelerinden (pH optimize ediciler) yararlanılarak kullanılan bazı karışımların daha yüksek toksik ürünleri değiştirme ve biyotik etkisini artırma fırsatı Tugnoli ve ark. (2003) tarafından bildirilmiştir. Organosilikon yüzey aktif maddeler, hedef yabancı otlar üzerinde yaklaşık %11 oranında triflüsülfuron-metil etki hızı ve herbisit aktivitesi ile güçlendirilmiş en az %98 triloksan kompoziti içermektedir (Chiot ve Lanza, 2008).

2.3.4.3. Aralıklı püskürtme

Kısa süreli bir mola sağlayan herbisit akış spreyleri, aralıklı veya sporadik sprey tekniği olarak bilinmektedir. Bu tekrarlayan yayılımın faydası, bitki kütüküllerindeki etken madde dağılım sisteminin yanı sıra damlalar arasında kısa mesafe bırakılmasından kaynaklanmaktadır (Bukovac ve Petracek, 1993). Bu nedenle ara sıra spreyleme yapıldığında damlalar yapraklara homojen olarak dağılır ve geleneksel yöntemle göre daha fazla mesafeyi korumaktadır. Bu yeni sprey yöntemi, yaprakların kütükülü tarafından herbisit ve pestisit dağılımını azaltmak için kurulmuştur. Bu sistem, örneğin *Alopecurus myosuroides*, *Capsella bursapastoris* ve *Veronica* spp. gibi farklı yabancı otlar üzerinde güçlü azaltılmış (%-48) herbisit dozu ile standart yöntemle karşılaştırmalı olarak aynı etkiyi vermiştir (Falchieri ve ark., 2008).

2.4. Biyolojik yabancı ot kontrolü

Biyolojik yabancı ot kontrolü, ekim alanında yabancı otları bastırmak için mikroorganizmaların kullanılmasıyla yabancı otları kontrol etme sürecidir. Yabancı otların biyolojik kontrolü geleneksel yöntemle ve artırıcı (biyoherbisit) ile yapılmaktadır. Geleneksel yöntem, harici kontrol ajanlarını devreye sokarken, artırıcı yaklaşım, ekosistemde zaten var olan mikroorganizmanın manipüle edildiğini göstermektedir. Smith (1986), yabancı otların bazı mantar patojenlerini fark etmiştir; Pirinç ve soya fasulyesinde *Aeschynomene virginica*'nın kontrolü için *Colletotrichum gloesporioides* spp. *Aeschynomene* gibi çeşitli mantar, bakteri ve virüsler potansiyel biyoherbisitlerdir. Bazı fungal patojenler ayrıca şeker pancarı tarlasında *Abutilon theophrastii*, *Chenopodium album*, *Datura stramonium*, *Echinochloa crus-galli* ve *Sorghum halepense*'nin yönetimi için potansiyel göstermektedir (Cioni ve Maines, 2010). Biyolojik olarak aktif bir doğal ürün, farmasötik, böcek öldürücü ve mantar öldürücü ürünler geliştirmek için büyük bir kurşun molekül kaynağıdır. Ticari herbisitler ve doğal fitotoksinler, dikkate değer derecede benzerlik göstermektedir. Herbisitlerin doğal ürünlerin kaynağı olarak herbisit endüstrisinde mikrobiyal kaynaklar kullanılmaktadır (Duke ve ark., 1996). Yüzlerce bileşiğin patenti alınmış olmasına rağmen sadece iki tanesi, bialaphos ve fosfinotrisin başarıyla popüler hale getirilmiştir. Kimyasal olarak üretilen Glufosinate (fosfinotrisin formu), doğrudan bitkiler üzerinde çalışırken, bialafosun bitkiler tarafından metabolik olarak fosfinotrisine dönüştürülmesi gerekir. Şeker pancarı tarlalarında halihazırda biyolojik mücadele veya doğal fitotoksin stratejileri yabancı ot kontrolü için kullanılmaktadır. Cioni ve Maines (2010), şeker pancarı ürünlerinde yabancı ot kontrolünün, biyo-herbisitler kullanılarak daha uzun süre umut verici olabileceğini bildirmişlerdir.

2.5. Şeker pancarı tarlalarında yabancı ot tanıma yoluyla derin öğrenmeye dayalı akıllı tarım

Tarımda verimi olumsuz etkileyen faktörlerin başında yabancı otlar gelmektedir. Bu nedenle, minimum çevresel zararlar yabancı ot kontrolü küresel bir endişe kaynağıdır. Geleneksel yabancı ot kontrol yöntemleri uygun maliyetli değildir. Bu nedenle, akıllı-hassas tarım, yabancı ot ve ürünü ayırt etmek için bölgesel yabancı ot yönetimi yoluyla değişken akıllı herbisit teknolojisi önermektedir. Akıllı tarım, kimyasalları doğru kullanarak ve çevre

kirliliğini azaltarak üretimi artırmayı ve maliyetleri düşürmeyi amaçlamaktadır. Akıllı tarımda çevreye minimum zarar veren yabancı ot kontrolü araştırmalara konu olan hayati bir konudur (Far ve Moghaddam, 2018). Yabancı otların ekili alanlarda düzensiz dağılması nedeniyle geleneksel yabancı ot mücadele yöntemlerinin kullanılması aşırı herbisit kullanımına neden olmaktadır. Sonuç olarak pestisit maliyetlerinin artması, tarım topraklarının kirlenmesi, yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi, bölgenin çevre ve ekosistemi üzerinde ciddi tahribatlar yaratması kaçınılmaz olacaktır (Asad ve Bais, 2019). Yabancı ot tespiti ve yönetimi iki ayrı adımda veya gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilir. Bu yöntemin en büyük sorunu, bitkileri yabancı ot veya ürün olarak otomatik olarak etiketlemek ve kontrol sistemi için gerekli bilgileri sağlamak için doğru zamanda ve yerde doğru karar vermektir (Berge ve ark., 2012; Wang ve ark., 2020). Ancak her iki yaklaşım da düşük maliyetli ve doğru bir yabancı ot tespit yöntemi gerektirmektedir. Yapay görme tekniklerinin bu gereksinimi karşılamadaki verimliliği ile ilgili olarak, görüntü analizine dayalı olarak birçok ürün ve yabancı ot tespit algoritması geliştirilmiştir (Taghadomi ve Hemmat, 2015). Yapay görme ile yabancı ot tanımaya yönelik geleneksel yöntemler, görüntü ön işleme, segmentasyon, öznitelik çıkarımı ve sınıflandırma gibi çeşitli prosedürleri içermektedir. Görüntü ön işleme, paraziti azaltmak ve istenen özellikleri geliştirmek için filtreleme, grileştirme ve kenar ayrımı gibi çeşitli işlemlere sahiptir. Bu geliştirme adımları, görüntü bölümlenme aşamasına yol açar. Görüntü bölümlenmenin birincil amacı, görüntüyü bir hedef bölgeye (karar verme için yeterli bilgiyi içeren) ve hedef olmayan bir alana (arka plan olarak) bölmektir. Üçüncü adım algoritmalarında, özellikler bölge, renk, doku ve spektrumdan çıkarılır. Son olarak, sınıflandırma görevleri, çıkarılan öznitelikler ve yapay zekâ modelleri kullanılarak gerçekleştirilir (Wang ve ark., 2019). Ekilen ürünleri yabancı otlardan ayırt etmek için görüntüye dayalı geleneksel yöntemler, yüksek bir sınıflandırma doğruluğu sağlamıştır (yani, %80-95). Bu performans, ideal koşullar altında ve belirli bir ürün büyüme aşamasında yakalanan görüntüler için elde edilmiştir (Wang ve ar., 2019). Yabancı ot tespitinin doğruluğu, yabancı otların dağılımı ve yoğunluğu, değişen ışık koşulları, bitki büyüme aşamaları ve üst üste binen yapraklar gibi çeşitli parametrelerin bir fonksiyonudur. Bu nedenle yabancı ot tanımlaması daha zor hale gelmektedir (Lopez, 2011; Shaner ve Beckie, 2014). Çıkarılan özniteliklerin bu parametrelerin değişimlerine karşı sağlamlığının yetersiz

olması, geleneksel yöntemlerdeki sağlamlığı ve genelleme yeteneğini azaltabilir (Tang ve ark., 2017; Lottes ve ark., 2018).

Son yıllarda, makine öğreniminin alt kategorilerinden biri olarak Derin Öğrenmenin (DL) kullanılması büyük ilgi görmüştür (LeCun ve ark., 2015). DL, yapay sinir ağlarına (YSA) benzer, ancak daha derin ağlarla ilgilidir. DL, ham verilerden hiyerarşik özellikleri otomatik olarak çıkarabilir ve öğrenebilir. Bu nedenle, bu yetenek, DL tekniklerinin makine öğrenimindeki karmaşık görevleri çözmesine izin vermektedir (Kamilaris ve ark., 2018). Popüler bir derin öğrenme yöntemi olarak son teknoloji ürünü yoğun (piksel bazında) Konvolüsyonel Sinir Ağı (CNN), belirtilen sorunları ele almak için bitki segmentasyon görevlerinde kullanılmıştır. Ayrıca, CNN tabanlı yabancı ot ayıklama makinelerini geliştirmek için birçok çaba gösterilmiştir (Sa ve ark., 2017; Zhang ve ark., 2018). CNN'ler ham görüntülerden düşükten yükseğe kadar özellikleri öğrenir. Tipik olarak üç tip katman içerirler: 1) doğrusal olmayan özelliklerin çıkarılması için evrişimli katman, 2) özellik haritası boyutunun azaltılması için birleştirme katmanı ve 3) bir görüntüyü sınıflandırmak için tamamen bağlantılı katmanlar (Nasiri ve ark., 2020). Geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında, uçtan uca eğitilen derin CNN'ler daha iyi sonuçlar sağlar ve hiyerarşik özelliklerin otomatik olarak öğrenilmesi, özellik çıkarma ve seçmenin sıkıcı manuel sürecinin ortadan kaldırılmasına neden olmaktadır. Bir görüntüdeki nesnenin etrafına sınırlayıcı bir kutu çizmek ve nesne piksellerini sınıflandırmak, nesne algılama görevi için derin öğrenmede iki yöntemdir. Piksel düzeyinde nesne algılama, sınırlayıcı kutu yönteminden [4] daha karmaşık ve doğrudur. Anlamsal segmentasyon adı verilen nesnelerin piksel bazında tanımlanması için CNN modellerini sıfırdan eğitmek, çok büyük bir görüntü veri seti ve ilgili temel gerçekleri gerektirmektedir. Piksel düzeyinde etiketlenmiş görüntülerin sağlanması, özellikle yabancı ot tıkanıklığının yüksek olduğu tarlalar için sıkıntılı ve zorlu bir iştir (Su ve ark., 2021). Bununla birlikte, piksel bazında bölümlenme, anlamsal bölümlenmeyi örtüşme ve tıkanma etkisini azaltmak için etkili bir yaklaşım haline getirmiştir. Son zamanlarda, yabancı ot tespit için derin öğrenme teknikleri kullanılmaktadır. McCool ve ark. (2017), %94'lük bir doğrulukla ekin ve yabancı ot segmentasyonu için hafif bir CNN tabanlı model önermişlerdir. Asad ve Bais (2019), algılama görevleri için ResNet50 tabanlı bir SegNet semantik modeli geliştirmişlerdir. Model, kırpma ve arka plan

piksellerini bir sınıf olarak ve diğer tüm bitki örtüsü piksellerini başka bir sınıf olarak sınıflandırdı. Bu model, 0,83'lük bir Ortalama Kavşak-Üst-Birlik (MIOU) değeri sunmuştur. Abdullah ve ark. (2019), piksel düzeyinde yağlı tohum ve yüksek yoğunluklu yabancı otların semantik bölümlenmesi için kodlayıcı-kod çözücü derin öğrenme tabanlı bir model uygulamışlardır. VGG16 tabanlı kodlayıcıya sahip model, %96 doğruluk sağlamıştır. You ve ark. (2020), ürün ve yabancı ot tespiti için DNN tabanlı bir segmentasyon modeli önermişlerdir. RGB-NIR bantları kullanılarak sınıflandırma performansı artırılmaya çalışılmıştır. Önerilen ağ, Bonn veri setini kullanarak %89,01 MIOU ile sonuçlanmıştır. Lan ve ark. (2021) bir insansız hava aracı (İHA) tarafından çeltik otlarını tanımak için semantik bölütleme yöntemini kullanmışlardır. Önerilen model, uzaktan algılama görüntülerinde yabancı ot tespiti için %94'lük bir MIOU vermiştir. Su ve ark. (2021), bir buğday tarlasındaki çavdar otlarını ayırmak için CNN tabanlı bir model geliştirmişlerdir. İki kodlayıcı-kod çözücü ağından oluşan önerilen model, %71,86 MIOU elde edilmiştir. Fawakherji ve ark. (2021), sentetik veri oluşturmak için bir veri artırma yöntemi olarak koşullu bir üretken çekişmeli ağ kullanmışlardır. Ürün ve yabancı ot segmentasyonu için dört kanallı çok spektral görüntüler kullanılmıştır. Önerilen yöntem, şeker pancarı veri setinde %80'lik bir MIOU sağlamıştır.

Şeker pancarı yetiştiriciliğinde çiftçiler için en kritik sorunlardan biri, maliyetlerin yüksek olması ve yabancı ot mücadelesi aşamasında büyük bir iş gücüne ihtiyaç duyulmasıdır. Tarlalarda yabancı otlardan en çok zarar gören bitkilerden biri de şeker pancarıdır. Yabancı ot, mahsul verimi kayıplarını artırarak daha fazla ışık, alan, besin ve nem almak için mahsullerle rekabet eder. Bu nedenle, ürün büyümesinin erken aşamalarında yabancı ot kontrolü, bitkinin toprak besinlerini etkili bir şekilde kullanması için çok önemlidir. Ayrıca şeker pancarı yetiştirme mevsiminin başında yabancı ot kontrolü, yabancı ot sayısını azaltmanın en etkili yoludur (Bakhshipour ve ark., 2017). Geliştirilen yöntemlerin dikkat çekici sonuçlarına rağmen, kullanılan veri setleri, yaprak şekli, rengi ve dokusu bakımından gözle görülür farklılıklara sahip bitki ve yabancı otlardan oluşmaktadır. Ancak, ürünün yaprakları ile yabancı ot arasındaki benzerliği arttırarak bu modellerin performansında bir düşüş vardır. Ayrıca, bu modellerin büyük bir kısmı, özellikle yüksek segmentasyon performansı sağlayan yaklaşımlar, yalnızca RGB görüntülerine bağlı olmayıp

bitki örtüsü indeksleri ve yakın kızılötesi (NIR) verileri gibi daha fazla bilgiye ihtiyaç duyar [Su ve ark., 2021).

Nasiri ve ark. (2022), şeker pancarı tarlasından elde edilen standart RGB görüntülerinin piksel bazında semantik bölütlemesini gerçekleştirmeyi ve ürün, ot ve toprağı tanımlamayı amaçlamıştır. Bu amaçla, şeker pancarı, ot ve toprağı segmentlere ayırmak için derin bir kodlayıcı-kod çözücü evrişimli sinir ağı (CNN) olarak U-Net mimarisi modelini kullanılmıştır. U-Net mimarisini, farklı koşullar altında ve çeşitli yüksekliklerde toplanan 1385 RGB görüntü kullanarak kodlayıcı bloğu olarak ResNet50 ile eğitmişlerdir. Dengesiz verilerin ve küçük alan segmentasyon zorluklarının üstesinden gelmek için zar ve odak kayıplarının kombinasyonunu özel bir doğrusal kayıp işlevi olarak kullanılmıştır. Model eğitimi süreci için veri kümesinin yapısı ve özel kayıp işlevinin kullanılması, sırasıyla 0,9606 ve 0,8423 olan doğruluk ve birleşim üzerinden kesişim (IoU) puanına sahip bir modele yol açmıştır. Bu çalışmanın segmentasyon görevinin performansını artırmaya yönelik katkıları, ilk olarak, 1385 RGB görüntü içeren veri setini, farklı büyüme aşamaları, çeşitli yabancı ot türleri ve bunların örtme dereceleri, çeşitli toprak dokuları, veri toplama için kullanılan zamanlar, farklı görüntüleme yükseklikleri ve görüntü sayısı açısından uygun dağılıma sahiptir. İkincisi, kayıp işlevinin ayarlanması, eğitim sürecinde dikkate değer bir gelişme sağlayabilir. Bu bakımdan, çiftliklerin doğası gereği, modelin eğitimi arka plana (toprak) doğru bitebilir ve ön plandaki pikselleri (ekin ve ot) kaçırabilir. Bu nedenle, bu zorluğun üstesinden gelmek için zar ve odak kaybı fonksiyonlarının doğrusal bir kombinasyonunu uygulanmıştır. Sonuçlar, uygun dağıtım ve özel kayıp fonksiyonu ile görüntü veri setinin kullanılmasının, özellikle küçük bölgelerde segmentasyon doğruluğunu artırabileceğini göstermiştir. Ayrıca, otonom bir yabancı ot kontrol robotunda, CNN tabanlı otomatik yabancı ot tespiti, seçici herbisit uygulamalarına entegre edilebilir (Nasiri ve ark., 2022).

Sonuç olarak; sürekli artan nüfus için gıda üretimi en zorlu işken, yabancı otlar çeşitli büyüme kaynakları için ekinlerle ciddi bir rekabet göstermektedir. Yabancı otlar şeker pancarında %26-100 oranında kök verimi kaybına neden olur. Ayrıca mahsul verimi, yabancı otlar nedeniyle günde yaklaşık %1,5 oranında azalır. Verimdeki düşüşün yanı sıra yabancı otlar, ürün kalitesini de düşürür ve hastalığa neden olan organizmalar ve böcek zararlıları

için alternatif konukçu görevi görür. Manuel yabancı ot kontrolü yöntemi çok yaygın olmasına rağmen, maliyetlidir. Herbisitler tek başına uygulandığında ekonomik olmasına rağmen yabancı ot florasında kaymasına ve dayanıklılık gelişimini sınırlandırabilir. Bu nedenle, çeşitli yabancı ot yönetimi uygulamalarının, mahsul-ot rekabetinin kritik döneminde uygun bir şekilde entegre edilmesi gerekir. Herbisit karışımları, çıkış sonrası herbisitler, parazitik yabancı otların yönetimi, otlu pirinç, kabul edilebilir verim potansiyeline sahip yabancı otlarla rekabet eden mahsul çeşitleri, değişen iklim senaryosunda ve koruyucu tarımda yabancı ot yönetimi, herbisitlerin toprak mikroorganizmaları üzerindeki etkisi vb. konularındaki araştırmaların güçlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, yüksek etkili herbisitlerin, entegre yabancı ot yönetimi anlamına gelen kültürel veya mekanik yöntemlerle birlikte kullanılması etkili ve ekonomiktir. Tarım endüstrisindeki büyük devrimlerden biri olan akıllı tarım, merkezi veri kümelerini ve bunların işlenmesini kullanarak tarımsal girdileri daha verimli kullanmaktadır. Bu faktör, ürün üretimini artırmakta ve çevresel özelliklerin kalitesini iyileştirmektedir. Bölgesel yabancı ot kontrolü ve otomatik yabancı ot tespiti bu konuda çok önemlidir. Akıllı tarımın entegrasyonu ile şeker pancarı ekim alanlarında yabancı otların düzensiz dağılması nedeniyle geleneksel yabancı ot mücadele yöntemlerinde kimyasalları doğru kullanarak ve çevre kirliliğini azaltarak üretimi artırmayı ve maliyetleri düşürülmesiyle çevreye minimum zarar veren yabancı ot kontrolü araştırmalara konu olan hayati bir konudur. Sonuç olarak pestisit maliyetlerinin artması, tarım topraklarının kirlenmesi, yeraltı su kaynaklarının kirlenmesi, bölgenin çevre ve ekosistemi üzerinde ciddi tahribatlar yaratması kaçınılmaz olacaktır.

Kaynaklar

- Abd El-Hamed, G.M. (2019) Performance of some sugar beet (*Beta vulgaris* L.) cultivars under annual weed control condition. *J. Plant. Prod.*, 10 (9): 739-750, <https://doi.org/10.21608/jpp.2019.54481>.
- Abd El-Lateef, E.M., Mekki, B.B., Abd El-Salam, M.S., El-Metwally, I.M. (2021). Effect of different single herbicide doses on sugar beet yield, quality and associated weeds. *Bull. Natl. Res. Cent.*, 45: 21, <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00476-9>.
- Abdalla, A., Cen, H., Wan, L., Rashid, R., Weng, H., Zhou, W., He, Y. (2019). Fine-tuning convolutional neural network with transfer learning for semantic segmentation of ground-level oilseed rape images in a field with high weed pressure. *Comput. Electron. Agric.*, 167, 105091, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105091>.
- Adamczewski, K., Matysiak, K., Kierzek, R., Kaczmarek, S. (2019). Significant increase of weed resistance to herbicides in Poland. *J. Plant. Prot. Res.*, 59 (2): 139-150, <https://doi.org/10.24425/jppr.2019.129293>.
- Ahmad, S., Zubair, M., Iqbal, N., Cheema, N.M., Mahmood, K. (2012). Evaluation of sugar beet hybrid varieties under Thal-Kumbi soil series of Pakistan. *Int. J. Agric. Biol.*, 14: 605-608.
- Anonim (2023). <https://bku.tarimorman.gov.tr/Bitki/Details/85?csrt=2231804661339684337&undefined=undefined> (Erişim Tarihi: 29 Mayıs 2023).
- Ansaloni, R. (1990). Risultati prove sperimentali 1989. *II. Giornale del Bieticoltura*, 2: 18-20, doi: 10.1007/s12355-010-0036-2.
- Armstrong, J.J.Q., Sprague, C.L. (2010). Weed management in wide- and narrow-row glyphosateresistant sugarbeet. *Weed. Technol.*, 24 (4): 523-528. <https://doi.org/10.1614/WT-D-10-00033>.
- Asad, M.H., Bais, A. (2019). Weed detection in canola fields using maximum likelihood classification and deep convolutional neural network. *Inf. Process. Agric.*, 7 (4), 535-545, <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2019.12.002>.
- Ayivi, R., Ibrahim, S., Colleran, H., Silva, R., Williams, L., Galanakis, C., Fidan, H., Tomovska, J., Siddiqui, S.A. (2021). COVID-19: human immune response and the influence of food ingredients and active

- compounds. *Bioact. Compd. Health. Dis.*, 4 (6): 100, <https://doi.org/10.31989/bchd.v4i6.802>
- Bairagi, A., Paul, S.K., Kader, M.A., Hossain, M.S. (2013). Yield of tropical sugarbeet as influenced by variety and rate of fertilizer application. *Pakistan Sugar Journal*, 28: 13-20.
- Bakhshipour, A., Jafari, A., Nassiri, S. Zare, M.D. (2017). Weed segmentation using texture features extracted from wavelet sub-images. *Biosyst. Eng.*, 157, 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.02.002>.
- Balsari, P. (1996). Soluzioni tecniche innovative per la distribuzione degli erbicidi. *Terra e Vita*, 18: 23-28.
- Balsari, P., Airoidi, G. (1993). Sistemi di polverizzazione e trasporto del liquido. In: *Macchine per la distribuzione dei fitofarmaci e per il controllo delle malerbe nelle colture erbacee*.
- Berge, T.W., Goldberg, S., Kaspersen, K., Netland, J. (2012). Towards machine vision based site-specific weed management in cereals. *Comput. Electron. Agric.*, 81, 79-86, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2011.11.004>.
- Bezhin, K., Santel, H.J., Gerhards, R. (2015). Evaluation of two chemical weed control systems in sugar beet in Germany and the Russian Federation. *Plant Soil Environ.*, 61 (11): 489-495, <https://doi.org/10.17221/482/2015-PSE>.
- Bhadra, T., Mahapatra, C.K., Paul, S.K. (2020). Weed management in sugar beet: A review. *Fundamental and Applied Agriculture*, 5 (2): 147-156. doi: 10.5455/faa.83758
- Brar, N.S., Dhillon, B.S., Saini, K.S., Sharma, P.K. (2015). Agronomy of sugarbeet cultivation- A review, *Agric. Rev.*, 36 (3): 184-197, <https://doi.org/10.5958/0976-0741.2015.00022.7>.
- Brar, N.S., Dhillon, B.S., Saini, K.S., Sharma, P.K. (2015). Agronomy of sugarbeet cultivation-A review. *Agricultural Reviews*. 36: 184-197, doi: 10.5958/0976-0741.2015.00022.7.
- Bukovac, M.J., Petracek, P.D. (1993). Characterizing pesticide and surfactant penetration with isolated plant cuticles. *Pesticide Science*, 37: 179-194, doi:10.1002/ps.2780370212.

- Burnside, O.C., Wilson, R.J., Weisberg, S., Hubbard, K.G. (1996). Seed longevity of 41 weed species buried 17 years in Eastern and Western Nebraska. *Weed Sci.*, 44: 74-86.
- Campiglia, E., Radicetti, E., Mancinelli, R. (2015). Cover crops and mulches influence weed management and weed flora composition in strip-tilled tomato (*Solanum lycopersicum*). *Weed Research*, 55: 416-425, doi: 10.1111/wre.12156.
- Chauhan, B.S. (2020) Grand challenges in Weed Management. *Front. Agron.*, 1: 3, <https://doi.org/10.3389/fagro.2019.00003>.
- Chiot, G., Lanza, N. (2008). Silwet: tensioattivo organosiliconico non-ionico per agrofarmaci di recente registrazione in Italia. Alcune esperienze sperimentali in Europa. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1: 369-376.
- Chitband, A.A., Ghorbani, R., Rashed, M.H., Abbaspoor, M.A., Abbasi, R. (2014). Evaluation of broadleaf weeds control with selectivity of post-emergence herbicides in sugar beet (*Beta vulgaris* L.). *Not. Sci. Biol.*, 6 (4): 491-497, <https://doi.org/10.1583/nsb649457>
- Cioni, F., Ansaloni, R., Bettini, G. (1991). Diserbo chimico, risultati sperimentali 1990. *Il Giornale del Bieticoltore*, 2: 11-14.
- Cioni, F., Guizelis, A., Meriggi, P., Vicari, A., Villarias, J.L. (1998). Role de la betterave a sucre dans les strategies de controle des mauvaises herbes dans les assolements des regions de la mediterranee. In: Proceedings of the 61 IIRB Congress, Brussels.
- Cioni, F., Maines, G. (2010). Weed control in sugarbeet. *Sugar Tech.*, 12: 243-255, doi: 10.1007/s12355-010-0036-2.
- Cousens, R. (1986). Theory and reality of weed control thresholds. *Plant Protection Quarterly*, 2: 13-20.
- Covarelli, G., Onofri, A. (1998). Effects of timing of weed removal and emergence in sugar beet. Montpellier, France: Proceedings of 6th EWRS Mediterranean symposium, Montpellier, France.
- Deveikyte, I., Sarunaite, L., Seibutis, V. (2015). Evaluation of pre- and Postemergence herbicide combinations for broadleaved weeds in sugar beet. In: Price, A., Kelton, J., Sarunaite, L. (eds) *Herbicides, agronomic crops and weed biology*. IntechOpen, <https://doi.org/10.5772/61437>.
- Duke, S.O., Abbas, H.K., Amagasa, T., Tanaka, T. (1996). Phytotoxins of microbial origin with potential for use as herbicides, 35: 82-113.

- Duncan, D.N., Meggitt, W.F., Penner, D. (1982). Basis for increased activity from herbicide combinations with ethofumesate applied on sugar beet (*Beta vulgaris*). *Weed Science*, 30: 195-200.
- Falchieri, D., Lolli, M., Romagnoli, L., Viaciani, M., Brandi, M. (2008). Una tecnica di applicazione a getto intermittente per trattamenti a dosi/ha fortemente ridotte: risultati nel diserbo di grano e sorgo e nella difesa antiperonosporica della vite. *Atti delle giornate fitopatologiche*, 2: 65-72.
- Far, S.T., Rezaei-Moghaddam, K. (2018). Impacts of the precision agricultural Technologies in Iran: An analysis experts' perception and their determinants. *Inf. Process. Agric.*, 5 (1), 173-184, <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2017.09.001>.
- Fawakherji, M., Potena, C. Pretto, A., Bloisi, D.D., Nardi, D. (2021). Multi-Spectral Image Synthesis for Crop/Weed Segmentation in Precision Farming. *Rob. Auton. Syst.*, 146, 103861, <https://doi.org/10.1016/j.robot.2021.103861>.
- Fenwick, G.R., Heaney, R.K., Mullin, W.J. (1983). Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 18: 123-301, doi:10.1080/10408398209527361.
- Gerhards, R., Bezhin, K., Santel, H. (2017). Sugar beet yield loss predicted by relative weed cover, weed biomass and weed density. *Plant Protection Science*, 53: 118-125, doi:10.17221/57/2016.
- Götze, P. (2017). Impact of Specialised Sugar Beet Crop Rotations on Soil Fertility Parameters and on Yield and Yield Stability of Sugar Beet. Wittenberg: PhD thesis, University of HalleWittenberg, Wittenberg.
- Hamouzová, K., Jursík, M., Záborský, P. (2013). Effect of different weather conditions on selectivity of post-emergence herbicides in sugar beet. *Listy Cukrovarnické a Reparské*, 129 (7-8): 224-228.
- Harker, K.N., O'Donovan, J.T. (2013). Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technol.*, 27 (1): 1-11, <https://doi.org/10.1614/WT-D-12-00109.1>
- Holm, L.G., Plucknett, D.L., Pancho, J.V., Herberger, J.P. (1977). *The World's Worst Weeds: Distribution and Biology*. University Press of Hawaii, Honolulu.

- Hurle, K., Petersen, J. (2000). Cultivation of herbicide resistant crops: weed management and environmental aspects. Braunschweig: Proceedings: The Biosafety Results of Field Tests of Genetically Modified Plants and Microorganisms- 5th International Symposium, Braunschweig.
- Jansen, L.L. (1972). Extent and cost of weed control with herbicides and an evaluation of important weeds, 1968. ARSH- 1. Agricultural Research Service, US Department of Agriculture, Washington, DC.
- Jhala, A.J., Beckie, H.J., Peters, T.J., Culpepper, A.S., Norsworthy, J.K. (2021). Interference and management of herbicide-resistant crop volunteers. *Weed Sci.*, 69 (3): 257-273, <https://doi.org/10.1017/wsc.2021.3>
- Jones, P.A., Blair, A.M., Orson, J.H. (1996). Mechanical damage to kill weeds. Copenhagen, Denmark: Proceedings of the 2nd International Weed Control Congress, Copenhagen, Denmark.
- Kamilaris, A., Prenafeta-Boldú, F.X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. *Comput. Electron. Agric.*, 147, 70-90, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.02.016>.
- Kaya, R., Buzluk, Ş., (2006). Integrated weed control in sugar beet through combinations of tractor hoeing and reduced dosages of a herbicide mixture. *Turk. J. Agric. For.*, 30: 137-144.
- Kelton, J., Price, A.J., Mosjidis, J. (2012). Allelopathic weed suppression through the use of cover crops. In: Price AJ (Ed), Weed Control. INTECH Open Access Publisher, Rijeka.
- Kunz, C., Sturm, D.J., Varnholt, D., Walker, F., Gerhards, R. (2016). Allelopathic effects and weed suppressive ability of cover crops. *Plant, Soil and Environment*, 8 (62): 60-66, doi:10.17221/612/2015.
- Lan, Y., Huang, K., Yang, C., Lei, L., Ye, J., Zhang, J., Zeng, W., Zhang, Y., Deng, J. (2021). Real-Time Identification of Rice Weeds by UAV Low-Altitude Remote Sensing Based on Improved Semantic Segmentation Model. *Remote Sens.*, 13 (21), 4370, <https://doi.org/10.3390/rs13214370>.
- LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521 (7553), 436-444, <https://doi.org/10.1038/nature14539>.
- Lobmann, A., Christen, O., Petersen, J. (2019). Development of herbicide resistance in weeds in a crop rotation with acetolactate synthase-tolerant

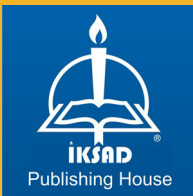
- sugar beets under varying selection pressure. *Weed Res.*, 59: 479-489, <https://doi.org/10.1111/wre.12385>.
- Lodovichi, M., Blanco, A.M., Chantre, G.R., Bandoni, J.A., Sabbatini M.R., Vigna, M., López, R., Gigón, R. (2013). Operational planning of herbicide-based weed management. *Agricultural Systems*, 121: 117-129.
- Longden, P.C. (1987). Weed beet: past, present and future. International Sugar Economic Year Book and Directory. F.O. Licht, pp. F5-F16.
- Longden, P.C. (1989). Effects of increasing weed-beet density on sugar-beet yield and quality. *Annals of Applied Biology*, 114: 527-532.
- Lopez-Granados, F. (2011). Weed detection for site-specific weed management: mapping and real-time approaches. *Weed Res.*, 51 (1), 1-11, <https://doi.org/10.1111/j.1365-3180.2010.00829.x>.
- Lottes, P., Behley, J., Milioto, A., Stachniss, C. (2018). Fully convolutional networks with sequential information for robust crop and weed detection in precision farming. *IEEE Robot. Autom. Lett.*, 3 (4), 2870-2877, <https://doi.org/10.1109/ira.2018.2846289>.
- Mahmoud, M.S., Soliman, F.S. (2012). Chemical weed control in sugar beet. *Alex. Sci. Exchange J.*, 33 (4): 341-350, <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2012.3171>.
- Marlander, B. (2005). Weed control in sugar beet using genetically modified herbicide-tolerant varieties-A review of the economics for cultivation in Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 191: 64-74, doi: 10.1111/j.1439-037X.2004.00135.x.
- May, M.J. (2003). Economic consequences for uk farmers of growing GM herbicide tolerant sugar beet. *Annals of Applied Biology* 142: 41-48, doi: 10.1111/j.1744-7348.2003.tb00227.x.
- May, M.J., Wilson R.G. (2006). Weed and weed control. In: Draycott, A.P. (Ed), Sugar beet. In: A Draycott, editor. Sugar beet. London, UK: Blackwell, London, UK. p. 359-386.
- McCool, C., Perez, T., Upcroft, B. (2017). Mixtures of lightweight deep convolutional neural networks: Applied to agricultural robotics. *IEEE Robot. Autom. Lett.*, 2 (3), 1344-1351, <https://doi.org/10.1109/ira.2017.2667039>.
- Mehdizadeh, M., Mushtaq, W. (2020). Biological control of weeds by allelopathic compounds from different plants: a BioHerbicide approach.

- In: Egbuna C, Sawicka B (eds) Natural remedies for pest, disease and weed control. Academic Press, Cambridge, pp 107-117. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819304-4.00009-9>
- Merkes, R., Muggele, H., Sauer, M., Krahl, M. (2001). Produktionstechnik zu zuckerrüben- kostensenkung, umweltschonung. *N achhaltigkeit Zuckerindustrie*, 128: 804-811.
- Milton, W.E. (1943). The buried viable-seed content of a Midland calcareous clay soil. *Journal of Ecology*, 31, 155.
- Mushtaq, W., Mehdizadeh, M., Siddiqui, M.B., Ozturk, M., Jabran, K., Altay, V. (2020) Phytotoxicity of above-ground weed residue against some crops and weeds. *Pak. J. Bot.*, 52 (3): 1-10, [https://doi.org/10.30848/PJB2020-3\(40\)](https://doi.org/10.30848/PJB2020-3(40)).
- Müller, T., Brancq, B., Milius, A., Okori, N., Vaille, C., Gauvrit, C. (2001). Selfemulsifying ethoxylates of rapeseed oil and methylated rapeseed oil as novel adjuvants for herbicides. Proceedings 6th international symposium on adjuvants for agrochemicals, Amsterdam.
- Nasiri A., Omid, M., Taheri-Garavand, A., Jafari, A. (2022). Deep learning-based precision agriculture through weed recognition in sugar beet fields. *Sustainable Computing: Informatics and Systems*, Vol: 35, 100759. <https://doi.org/10.1016/j.suscom.2022.100759>.
- Nasiri, A., Omid, M., Taheri-Garavand, A. (2020). An automatic sorting system for unwashed eggs using deep learning. *J. Food Eng.*, 110036, <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110036>.
- Naylor, R.E.L. (2002). Weed management handbook, 9th edn. British Crop Protection Council, Blackwell Sciences Limited, Oxford, p 423.
- Oerke, E.C. (2006). Crop losses to pests. *Centenary review*, 144:31-43.
- Paul S.K., Paul U., Sarkar M.A.R., Hossain M.S. (2018). Yield and quality of tropical sugarbeet as influenced by variety, spacing and fertilizer application. *Sugar Tech.*, 20: 175-181, doi:10.1007/s12355-017-0545-3.
- Paul, S.K., Joni, R.A., Sarkar, M.A.R., Hossain, M., Paul, S.C. (2019). Performance of tropical sugar beet (*Beta vulgaris* L.) as influenced by year of harvesting. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 4: 19-26, doi:10.26832/24566632.2019.040103.
- Petersen, J. (2004). A Review on Weed Control in Sugar beet. In: Inderjit (Ed), Weed Biology and Management. Kluwer Academic Publishers.

- Petersen, J., Belz, R., Walker, F., Hurle, K. (2001). Weed suppression by release of isothiocyanates from tum-rape mulch. *Agronomy Journal*, 93: 37-43, doi: 10.2134/agronj2001.93137x.
- Roberts, H.A., Feast, P.M. (1973). Emergence and longevity of seeds of annual weeds in cultivated and undisturbed soil. *Journal of Applied Ecology*, 10, 133-143.
- Romeo, J., Pajares, G., Montalvo, M., Guerrero, J.M., Guijarro, M., de la Cruz, J.M. (2013). A new Expert System for greenness identification in agricultural images. *Expert. Syst. Appl.*, 40 (6), 2275-2286, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.10.033>.
- Rosso, F., Meriggi, P., Paganini, U. (1996). Barbabietola da zucchero: tecniche operative per il controllo delle erbe infestanti. *Terra e Vita*, 5: 14-19.
- Sa, I., Chen, Z., Popovi'c, M., Khanna, R., Liebisch, F., Nieto, J., Siegwart, R. (2017). Weednet: Dense semantic weed classification using multispectral images and mav for smart farming. *IEEE Robot. Autom. Lett.*, 3 (1), 588-595, <https://doi.org/10.1109/LRA.2017.2774979>.
- Schweizer, E.E., Dexter, A.G. (1987). Weed control in sugarbeet (*Beta vulgaris*) in north america. *Review of Weed Science*, 3: 11-33.
- Schweizer, E.E., May, M.J. (1993). Weeds and weed control. In: Cooke DA and Scott RK (Eds), *The Sugar Beet Crop*. Chapman & Hall.
- Schweizer, E.E., Zimdahl, R.L. (1984) Weed seed decline in irrigated soil after rotation of crops and herbicides. *Weed Science*, 32, 84-89.
- Scott, R.K., Wilcockson, S.J., Moisey, F.R. (1979). The effects of time of weed removal on growth and yield of sugar beet. *The Journal of Agricultural Sciences*, 93: 693-709.
- Seadh, S.E., Attia, N.A., Said, E.M., El-Maghraby, S.S., Ibrahim, M.E.M. (2013). Productivity and quality of sugar beet as affecting by sowing methods, weed control treatment and nitrogen fertilizer levels. *Pakistan Journal of Biological Science*, 16: 711-719.
- Shaner, D.L., Beckie, H.J. (2014). The future for weed control and technology. *Pest Manag. Sci.*, 70 (9): 1329-1339, <https://doi.org/10.1002/ps.3706>.
- Smith. R.J. (1986). Biological control of northern jointvetch (*Aeschynomene virginica*) in rice (*Oryza sativa*) and soybeans (*Glycine max* – A researcher's view. *Weed Science*, 34: 17-23.

- Squire, G.R., Brookes, D.R., Bohan, D.A., Champion, G.T., Daniels, R.E., Haughton, A.J., Hawes, C., Heard, M.S., Hill, M.O., May, M.J., Osborne, J.L., Perry, J.N., Roy, D.B., Woiwod, I.P., Firbank, L.G. (2003). On the rationale and interpretation of the Farm Scale Evaluations of genetically modified herbicide-tolerant crops. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, B358, 1779-1799.
- Su, D., Kong, H., Qiao, Y., Sukkarieh, S. (2021). Data augmentation for deep learning based semantic segmentation and crop-weed classification in agricultural robotics. *Comput. Electron. Agric.*, 190, 106418, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106418>.
- Su, D., Qiao, Y., Kong, H. Sukkarieh, S. (2021). Real time detection of inter-row ryegrass in wheat farms using deep learning. *Biosyst. Eng.*, 204, 198-211, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2021.01.019>.
- Taghadomi-Saberi, S., Hemmat, A. (2015). Improving field management by machine vision a review. *Agric. Eng. Int.: CIGR J.*, 17 (3), 92-111.
- Tang, J., Wang, D., Zhang, Z., He, L., Xin, J., Xu, Y. (2017). Weed identification based on Kmeans feature learning combined with convolutional neural network. *Comput. Electron. Agric.*, 135, 63-70, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.001>.
- Tekleselassie, F., Yirefu, F. (2013). Interference in in sugar beet (*Beta vulgaris* L). Proceedings of the Ethiopian Sugar Industries Biennial Conference, 2: 101-110.
- Tugnoli, V., Cioni, F., Vacchi, A. (2003). The use of additives in weed and disease control of the sugarbeet. San Antonio, Texas: Proceedings of the 1st Joint IIRB-ASSBT Congress, San Antonio, Texas.
- Wang, A., Xu, Y., Wei, X., Cui, B. (2020). Semantic Segmentation of Crop and Weed using an Encoder-Decoder Network and Image Enhancement Method under Uncontrolled Outdoor Illumination. *IEEE Access*, 8, 81724-81734, <https://doi.org/10.1109/access.2020.2991354>.
- Wang, A., Zhang, W., Wei, X. (2019). A review on weed detection using ground-based machine vision and image processing techniques. *Comput. Electron. Agric.*, 158, 226-240, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.02.005>.

- Werker, A.R., Jaggard, K.W. (1998) Dependence of sugar beet yield on light interception and evapotranspiration. *Agricultural and Forest Meteorology*, 89 (3/4), 229-240.
- Wilson, R.G. (1987) Biology of weed seed in the soil. In: Altieri, M.A., Liebman, M. (eds) *Weed Management in Agroecosystems: Ecological Approaches*. CRC Press, Boca Raton, FL. pp. 25-39.
- Wilson, R.G., Kerr, E.D., Nelson, L.A. (1985) Potential for using weed seed content in the soil to predict future weed problems. *Weed Science*, 33, 171-175.
- You, J., Liu, W., Lee, J. (2020). A DNN-based semantic segmentation for detecting weed and crop. *Comput. Electron. Agric.*, 178, 105750, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105750>.
- Zhang, J., He, L., Karkee, M., Zhang, Q., Zhang, X., Gao, Z. (2018). Branch detection for apple trees trained in fruiting wall architecture using depth features and Regions-Convolutional Neural Network (R-CNN). *Comput. Electron. Agric.*, 155, 386-393, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2018.10.029>.
- Zimdahl, R.L. (1980). *Weed-Crop Competition: A Review*. International Plant Protection Centre, Oregon State University, Corvallis.
- Zimdahl, R.L. (1988). The concept and application of the critical weedfree period: In: Altieri MA, Liebmann M (Eds), *Weed management in agroecosystems: Ecological approaches*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Zimmerman, T., Siddiqui, S.A., Bischoff, W., Ibrahim, S.A. (2021). Tackling airborne virus threats in the food industry: a proactive approach. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18 (8): 4335, <https://doi.org/10.3390/ijerph18084335>.
- Zoschke, A., Quadranti, M. (2002). Integrated weed management: Quo vadis. *Weed Biological Manga*, 1: 10, doi: 10.1046/j.1445-6664.2002.00039.x.



ISBN: 978-625-367-204-1