

TRİTİKALE

Dr. Öğr. Üyesi İsmail NANELİ



TRİTİKALE

Dr. Öğr. Üyesi İsmail NANELİ

<https://orcid.org/0000-0002-6377-5263>

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.14238266>



Copyright © 2024 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)
TÜRKİYE 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 – 2024©

ISBN: 978-625-367-944-6

Cover Design: Selim BULUT

December / 2024 Ankara / Türkiye

Size = 16 x 24 cm

ÖNSÖZ

Dünyada temel besin maddeleri arasında tahıllar ön plana çıkmakta olup, tritikale hayvan beslenmesinde yüksek verimlilik ve kaliteye sahiptir. Araştırmacılar, hayvan ve insan beslenmesi açısından tritikale yetiştiriciliği ve ıslahı programlarını sürdürmektedir. Özellikle insan beslenmesinde yaygın olarak kullanılması için un verimliliği ve kalitesinin artırılması amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Farklı ülkelerde ve bölgelerde ıslah çalışmaları süresi, yöntemleri ve ilerlemeler farklılık göstermektedir. "Tritikale" kitabı, tarla bitkileri yetiştiriciliği ve ıslahı alanında bahsedilen bitkide geçmişten günümüze gerçekleştirilen gelişmeleri ve gelecekteki öngörülerini ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Farklı ülkeler ve Türkiye'de öğrencilere ve araştırmacılara faydalı bir kaynak olması amaçlanmaktadır. Tüm aşamalarında desteklerini gördüğüm aileme, kapak tasarımını yapan Selim BULUT'a ve basımda emeği geçen yayınevime teşekkür ederim. Uzun yıllar kullanılabilecek faydalı bir eser olmasını temenni ederim...

Dr. Öğr. Üyesi İsmail NANELİ

Kasım, 2024

İÇİNDEKİLER

| | |
|---|------------|
| ÖNSÖZ | i |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| 1. GENEL BİLGİLER | 5 |
| 1.1. Tritikale Giriş | 5 |
| 1.2. Tritikalenin Önemi | 15 |
| 2. TRİTİKALE YETİŞTİRİCİLİĞİ | 18 |
| 2.1. İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Tritikalenin Önemi | 18 |
| 2.2. Tritikalenin Hayvan Rasyonlarında Kullanımı | 21 |
| 2.3. Tritikalenin Agronomik Özellikleri | 28 |
| 2.4. Biyotik ve Abiyotik Stres Faktörlerine Dirençlilik | 32 |
| 2.5. Gelecekte Tritikale Bitkisindeki Olası Gelişmeler..... | 34 |
| 3. TRİTİKALE ISLAHI | 36 |
| 3.1. Tritikale Sitogenetiği..... | 36 |
| 3.2. Genetik Uyumsuzluk..... | 41 |
| 3.3. Tritikalede Melezlemeler..... | 46 |
| 3.4. Genetik Kalite Özellikleri..... | 70 |
| 3.5. Yeni Nesil Tritikale Çeşitlerinde İlerleme | 76 |
| Kaynaklar | 80 |

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Tritikale Giriş

Triticum x Secale

Tritikale

17. yüzyılın ortalarında terminoloji alanında ön plana çıkan Linnaeus farklı iki cins bitkinin doğal olarak melezlenmesi sonucu yeni bir bitki türünün ortaya çıkabileceği olasılığını vurgulamış olup, bir çok yeni tür teşhis ve tanımlamaları gerçekleştirmiştir (Guedes-Pinto ve ark., 2012). Tritikale, Almanya'da Rimpau tarafından ilk doğal buğday x çavdar melezi 1888 yılında bulunmuştur. İlk tanımlamaları Wittmack tarafından gerçekleştirilmiş olup triticosecale isminin kullanılmasını teklif etmiş fakat araştırmacılar tritikale üzerinde karar kılmıştır.

19. yüzyılda İskoçya ve Almanya laboratuvarlarında farklı cinslerin melezlenmesi sonucu gelişimi sağlanan bir tahıl cinsidir. Buğday bitkisinin yüksek verim ve kalite özellikleriyle çavdar bitkisinin marjinal alanlardaki dayanıklılık özelliklerinin melezleme yoluyla oluşan tritikale bitkisinde görülmesi amacıyla araştırmacılar tarafından tasarlanarak ıslah programları gerçekleştirilmiştir. Tritikale ıslah programlarındaki temel amaç buğday ve çavdar ebeveyn hatların melezlenmesi sonucunda farklı türlerde istenilen özelliklerin sentezlenmesi düşüncesidir. Araştırmanın başladığı yıllarda yapılan melezlemeler sonrasında ebeveyn hatlardaki istenilen özelliklerin bazılarının tritikale bitkisinde görülememesi o dönemlerde hayal kırıklığı oluşturmuştur. Yapılan ilk araştırmalarda heksaploid buğday x çavdar melezlemesi sonucunda amfidiploid tritikale geliştirilmiştir. Elde edilen tritikalelerde özellikle kalitenin düşük olması hayal kırıklığının temel sebebini oluşturmuştur. Verim ve kalite özelliklerinin istenilen seviyede olmaması araştırmanın farklı şekillerde geliştirilmesi sonucunu ortaya çıkarmıştır. Ebeveyn hat olarak tetraploid buğdayların kullanılmasıyla oluşturulan tetraploid buğday x çavdar melezlerinden meydana gelen tritikalelerde istenilen özellikler bakımından umutlar tazelenmiştir. Tritikale ıslahı sırasında kullanılan ebeveyn hatlardan tetraploid buğday ve çavdar cinslerinin de kalite v.b üstün özelliklerinin tritikalede baskın olması ıslah programlarında planlanan amaçlardandır. Tüm tritikale çalışmalarında başlangıç aşamasından itibaren elde edilen amfidiploid bitkinin insanlar tarafından tüketimi

amaçlanmıştır. Geliştirilen tritikale çifçilerin kullanımına sunulduğu ilk dönemler ile ilgili özellikle gıda olarak kullanımı konusunda yeterli bilgi bulunmamaktadır. Fakat bireyler özellikle artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacının artış gösterdiği bilincinde olup, bitkinin insan beslenmesinde kullanılmasında bazı eksiklikler olduğunun farkındaydı. Bahsedilen dönemlerde tritikalenin sosyal kabulü ve pazar piyasasının istenilen konumlarda olması, özellikle uygun değirmen taşları ve mekanizasyon gelişiminin sağlanması, tanelerden elde edilen un v.b hammadelerden ekmek v.b talep edilen gıda ürünlerinin elde edilmesine bağlıdır.

Tarımsal üretim gerçekleştirilen alanların genişlememesi aksine çeşitli nedenlerle azalması, kaliteli üretim alanlarının tarımdışı kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Bu durum tarımsal üretim yapılan alanların azalmasına neden olmaktadır. Dahası, dünyada 1999 yılı toplam nüfus 6 milyar iken 2022 yılında 8 milyara ulaşmış (TÜİK, 2023), Türkiyede 2007 yılında yaklaşık nüfus 70.6 milyon iken 2023 yılında 85.2 milyona çıkmasıyla yaklaşık %21'lik artış saptanması, tahıllarda verimlilik artışını elzem hale getirmiştir (Tablo 1).

Tablo 1: Türkiyede yıllara göre nüfus sayısı ve 2007 yılı bazlı artış yüzdesi*

| Yıllar | Nüfus sayısı (milyon) | Artış yüzdesi (%) |
|--------|-----------------------|-------------------|
| 2007 | 70.6 | - |
| 2008 | 71.5 | 1.27 |
| 2009 | 72.6 | 2.83 |
| 2010 | 73.7 | 4.39 |
| 2011 | 74.7 | 5.81 |
| 2012 | 75.6 | 7.08 |
| 2013 | 76.7 | 8.64 |
| 2014 | 77.7 | 10.06 |
| 2015 | 78.7 | 11.47 |
| 2016 | 79.8 | 13.03 |
| 2017 | 80.8 | 14.45 |
| 2018 | 82.0 | 16.15 |
| 2019 | 83.2 | 17.85 |
| 2020 | 83.6 | 18.41 |
| 2021 | 84.7 | 19.97 |
| 2022 | 85.3 | 20.82 |
| 2023 | 85.4 | 20.96 |

*; TÜİK, 2023.

Tarımsal üretim alanlarının gelecek yıllarda daha da azalacağı hususu dikkate alınarak tahıllarda verimlilik artışı amaçlanmakta ve ıslah çalışmaları artırılmaktadır. CIMMYT tarafından son yıllarda yapılan ıslah çalışmalarında tritikalede görülen verim artış oranı ekmeklik ve makarnalık buğdaylardan daha yüksek olduğu saptanmıştır (Guedes-Pinto ve ark., 2012).

Tritikalenin tuzlu ve düşük pH'lı asidik topraklara toleranslı çeşitlerinin geliştirilmesiyle optimal olmayan ortamlarda iyi performans gösterdiği bilinmektedir. Fakat hiçbir ürünün yetiştirilmediği marjinal alanlarda tritikale yetiştiriciliği yapma tuzağına düşülmemelidir. Tritikalede gerçekleştirilen ıslah çalışmaları neticesinde adaptasyon aralığı giderek artış göstermektedir. 1990'lı yılların başından itibaren günümüze kadar geçen sürede kalitede artış sağlanmıştır. Özellikle tane yoğunluğu ve pürüzsüzlüğünün artırılmasıyla öğütme performansında artış sağlanmıştır. Tritikalede görülen kalite artışı insan beslenmesinde kullanımını ve ürün çeşitliliğini artırmıştır. Hayvan beslenmesi açısından kaba yem olarak kullanımında önemli bir bitki olarak konumunu artırmaktadır.

Tritikale bitkisi, farklı türlerin melezlenmesi yoluyla geliştirme aşamaları başlangıcında ebeveyn olarak buğdayda heksaploid tipler kullanılmakta olup dar bir genetik alt yapıya sahiptir. Islah programlarında türüçi melezlemeler ile genetik alt yapı genişletildi. Kendine tozlanan bir bitki olup melezlemeler sırasında izolasyon önemlidir. Buğday ile çavdar melezlenmesi sonucunda oluşan tritikalede genom yapısı karmaşık olup, A, B ve R genomları saptanmıştır. Islah çalışmalarıyla R genomunun bazı kısımlarına D genomunda bulunan yüksek molekül ağırlıklı glutenin allelleri eklenmesi sonucu verim ve kalite performansında önemli değişiklikler saptanmıştır. İlave olarak bazı araştırmacılar araştırmalarında 6R ile 6D değişiminin tritikalelerde tane yoğunluğunu arttırdığını fakat kalitenin azaldığını bildirmişlerdir (Qualset ve Guedes-Pinto, 1996). Dahası, tritikaleye 1D genomunun ilave edilmesi taneden elde edilen un ve ekmek kalitesini artırmıştır (Guedes-Pinto ve ark., 2012). Tritikalenin çavdarda bulunan bazı gen bölgelerinin buğdaya aktarılması sonucunda istenilen sonuçların elde edilmesi sağlanmıştır. Bu durum tritikalenin buğdaya gen aktarımı sırasında iyi bir köprü oluşturduğunu göstermektedir. CIMMYT tarafından geliştirilen Veery buğday çeşitlerindeki verim genleri çavdardaki verimin artırılmasında önemli bir katkı sağlamış olup,

çavdar için son derece önemli bir gen kaynağı olduğu belirlenmiştir (Guedes-Pinto ve ark., 2012). Melezlemelerin başladığı yıllarda tritikaleler uzun boylu ve yatmaya hassas olarak geliştirilmiş olup, Rht yatmaya dayanıklılık genlerinin aktarılmasıyla yatmaya dayanıklılık ve boyda kısalma CIMMYT ıslah programlarıyla sağlanmıştır.

Tritikale bitkisi bireylerin beslenmesi açısından geniş spektrumlu kullanım alanlarına sahip olmakla birlikte kullanım yelpazesi giderek genişlemektedir. Yüksek besin değerinden dolayı kaba yem olarak hayvan beslenmesi amacıyla kullanımı yaygındır. Artan kesif yem maliyetleri üreticileri kaliteli kaba yem kullanmaya yönlendirmiştir. Tritikalede belirtilen genetik iyileştirme çalışmaları ıslahçılar tarafından devam etmektedir. İstenilen özelliklerin istenilen seviyede olduğu fazla sayıda tritikale genotipleri geliştirildiğinde kullanım alanları daha da artacaktır.

Laboratuvar koşullarında geliştirilen tritikale genotipleri geliştirilmesi sırasında yapılan işlemler ile diğer bitki türlerinin de ilerlemesini sağlamıştır. Bir arpa türü olan *Hordeum chilense* ile buğday melezleme çalışmalarında gelişmeler umutvericidir. Tritikalenin kendi gelişimi üzerinde değerlendirme yerine genellikle buğday ile kıyaslanması tercih edilebilirliğini kısıtlamaktadır.

Tritikale tanelerinin öğütülme işlemleri buğday tanelerindeki işlemler ile benzerdir. Özellikle 6D genomunun eklenmesi tane yoğunluğunu artırmıştır. Diğer D genomlarının eklenmesiyle son kullanım potansiyeli ve gluten kalitesi artmıştır. Zayıf gluten insan beslenmesinde kullanılmak için yapılan ekmelerde istenmeyen bir özelliktir. Bu nedenle gluten kalitesinin artırılması tercih bakımından buğday ile kıyaslanan tritikale için elzemdir. Bunun yanı sıra tritikale ve diğer tahıllarda önemli olan diğer faktör hastalık ve zararlılara dayanıklılık durumudur. Genetik yapı üzerinde istenilen özelliklerin kazandırılması amacıyla yapılan iyileştirme çalışmalarında hastalık ve zararlı patojenlerin bitkiyle yıllara bağlı etkileşimlerinin artacağı gözönünde bulundurularak, verim ve kalite iyileştirme çalışmalarıyla birlikte hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılık araştırmalarına da önem verilmelidir.

Yakın geçmişte Avustralyada tritikale ve buğdayda üç kısımda görülen pas hastalıkları,

- Şerit pas
- Gövde pas
- Yaprak pas şeklindedir (GRDC, 2018).

Toprakta, tohumda yer alamayacaklarından dolayı yaz aylarında yeşil aksamı büyüyüp gelişen bir dokuya sahip olan arpa, buğday ve tritikale gibi bitkileri tercih ederler. Bahsedilen bitkilerde görülen durum önemli kayıplara neden olmaktadır. Özellikle tritikalenin pas nedeniyle üreticide maddi zarar oluşturması durumu bitkinin yeniden tercih edilebilirliğinin azalması gibi olumsuz bir imaj sağlayacaktır.

Tritikalede R genomları bulunurken ekmeklik buğdaylarda D genomu bulunmakta olup, kıyaslama yapıldığında D genomu; tane yoğunluğu ve raf ömrünün artmasını R genomu ise; bazı mikro element alımlarında verimlilik, hastalık direnci, mikro element eksiklikleri ve toksisiteye tolerans sağlamaktadır. Kalite parametrelerinde istenilen sonuçların elde edilmesi amacıyla bazı D genomları tritikale R II genomuna seçici olarak dahil edilmiştir. D genomunun kalite özellikleri üzerindeki olumlu etkisi ekmeklik buğdayı insan beslenmesi bakımından vazgeçilmez hale getirdi. Ekmeklik buğdayda D genomunu kazandıran ebeveyn *Triticum tauschii* olurken R genomunun ebeveyni *Secale cereale*'dir.

Tritikalede bulunan soğuga-kurağa, mikro element eksiklikleri ve toksisitelere karşı tolerans, hastalıklara dayanıklılık, bazı mikro elementlerin verimli olarak alınımının sağlanması gibi pek çok olumlu özelliklerin *Secale cereale* ebeveyelerinden kaynaklandığı netleşmiştir. Tritikale tanelerinde yapılan araştırmalarda buğday tanelerinden daha yüksek nitrojen miktarına sahip olduğu saptanmıştır (Ortiz-Monasterio ve ark., 1993). Bu durum marjinal alanlarda rekabet açısından tritikale yetiştiriciliğinin buğday yetiştiriciliğinden daha iyi olduğunu, üretici kazanımının daha fazla olacağını net olarak ortaya koymaktadır (Varughese, 1986).

Yapılan araştırmalar doğrultusunda tritikale genotiplerinin verim ve kalite özellikleri artırılmış olup, çalışmalar devam etmektedir. Tritikale genotiplerinin ıslah ile geliştirilmesi sonucu dünyada ekim alanı, üretim miktarı

ve verim parametrelerinde artış görülmektedir. Birçok özellik bakımından buğday ile benzerlik gösteren tritikale dünyada birim alandan elde edilen verim bakımından son yıllarda genellikle buğdaydan yüksektir (Tablo 2, Tablo 3).

Tablo 2: Dünyada yıllara göre Tritikale ekim alanı (ha), üretim miktarı (ton), verim (kg.ha⁻¹) değerleri*

| Yıllar | Ekim alanı (ha) | Üretim mikt. (ton) | Verim (kg.ha ⁻¹) |
|--------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| 1975 | 467 | 1 200 | 2 569.6 |
| 1976 | 733 | 2 309 | 3 150.1 |
| 1977 | 8 849 | 23 213 | 2 623.2 |
| 1978 | 19 223 | 49 669 | 2 583.8 |
| 1979 | 37 406 | 99 054 | 2 648.1 |
| 1980 | 91 342 | 167 210 | 1 830.6 |
| 1981 | 68 973 | 102 280 | 1 482.9 |
| 1982 | 94 815 | 86 443 | 911.7 |
| 1983 | 119 484 | 192 464 | 1 610.8 |
| 1984 | 185 497 | 374 508 | 2 018.9 |
| 1985 | 232 631 | 599 060 | 2 575.2 |
| 1986 | 364 081 | 913 235 | 2 508.3 |
| 1987 | 675 317 | 2 062 133 | 3 053.6 |
| 1988 | 943 129 | 2 904 592 | 3 079.7 |
| 1989 | 1 089 404 | 3 835 912 | 3 521.1 |
| 1990 | 1 249 246 | 4 453 148 | 3 564.7 |
| 1991 | 1 319 295 | 4 751 056 | 3 601.2 |
| 1992 | 1 359 049 | 4 308 564 | 3 170.3 |
| 1993 | 1 461 085 | 4 994 061 | 3 418.0 |
| 1994 | 1 427 635 | 4 839 585 | 3 389.9 |
| 1995 | 1 623 019 | 5 906 972 | 3 639.5 |
| 1996 | 1 976 502 | 7 243 084 | 3 664.6 |
| 1997 | 2 184 749 | 7 974 532 | 3 650.1 |
| 1998 | 2 167 538 | 8 700 242 | 4 013.9 |
| 1999 | 2 265 336 | 8 255 408 | 3 644.2 |
| 2000 | 2 466 982 | 9 034 412 | 3 662.1 |

*; FAO, 2024

Tablo 2 devamı: Dünyada yıllara göre Tritikale ekim alanı (ha), üretim miktarı (ton), verim (kg.ha⁻¹) değerleri*

| Yıllar | Ekim alanı (ha) | Üretim mikt. (ton) | Verim (kg.ha⁻¹) |
|---------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 2001 | 2 844 011 | 10 825 346 | 3 806.4 |
| 2002 | 3 245 012 | 11 962 946 | 3 686.6 |
| 2003 | 3 400 696 | 10 518 879 | 3 093.2 |
| 2004 | 3 627 073 | 14 239 439 | 3 925.9 |
| 2005 | 3 826 919 | 13 311 487 | 3 478.4 |
| 2006 | 3 661 956 | 11 789 878 | 3 219.6 |
| 2007 | 3 723 223 | 12 121 982 | 3 255.8 |
| 2008 | 3 888 937 | 14 239 011 | 3 661.4 |
| 2009 | 4 307 389 | 15 663 363 | 3 636.4 |
| 2010 | 4 003 309 | 13 739 081 | 3 431.9 |
| 2011 | 3 847 360 | 13 555 674 | 3 523.4 |
| 2012 | 3 638 967 | 13 650 453 | 3 751.2 |
| 2013 | 3 807 092 | 14 462 373 | 3 798.8 |
| 2014 | 4 123 227 | 16 981 046 | 4 118.4 |
| 2015 | 4 270 157 | 16 348 236 | 3 828.5 |
| 2016 | 4 076 531 | 15 237 228 | 3 737.8 |
| 2017 | 3 853 505 | 14 909 708 | 3 869.1 |
| 2018 | 3 632 692 | 12 294 685 | 3 384.5 |
| 2019 | 3 820 317 | 14 029 782 | 3 672.4 |
| 2020 | 3 828 603 | 15 355 584 | 4 010.8 |
| 2021 | 3 720 113 | 14 248 695 | 3 830.2 |
| 2022 | 3 616 655 | 14 157 881 | 3 914.6 |

*; FAO, 2024

Uzun zamandır yapılan araştırmalarda araştırmacılar tritikale veriminin buğday verimini geçebileceğini verim potansiyeli olarak buğday ile rekabet edebilecek seviyede olduğunu bildirmişlerdir (Varughese, 1986). Tritikalenin insan beslenmesinde kullanılan diğer tahıl cinsleriyle kıyaslanması noktasında görülen major olumsuzluk durumu R genomundan kaynaklı istenilen kalite özelliklerinin düşük olmasıdır.

Tablo 3: Dünyada yıllara göre Buğday ekim alanı (ha), üretim miktarı (ton), verim (kg.ha⁻¹) değerleri*

| Yıllar | Ekim alanı (ha) | Üretim mikt. (ton) | Verim (kg.ha ⁻¹) |
|--------|-----------------|--------------------|------------------------------|
| 1975 | 226 617 018 | 355 806 146 | 1 570.1 |
| 1976 | 234 418 092 | 419 868 031 | 1 791.1 |
| 1977 | 228 577 847 | 382 276 677 | 1 672.4 |
| 1978 | 229 635 073 | 443 844 880 | 1 932.8 |
| 1979 | 228 381 779 | 422 999 301 | 1 852.2 |
| 1980 | 237 251 982 | 440 187 901 | 1 855.4 |
| 1981 | 239 165 634 | 449 633 986 | 1 880.0 |
| 1982 | 238 480 249 | 476 768 609 | 1 999.2 |
| 1983 | 230 291 623 | 489 555 281 | 2 125.8 |
| 1984 | 230 771 567 | 512 330 225 | 2 220.1 |
| 1985 | 229 999 646 | 499 527 392 | 2 171.9 |
| 1986 | 227 751 914 | 528 685 222 | 2 321.3 |
| 1987 | 220 554 829 | 505 075 847 | 2 290.0 |
| 1988 | 218 377 348 | 500 656 538 | 2 292.6 |
| 1989 | 226 787 295 | 538 206 114 | 2 373.2 |
| 1990 | 230 752 487 | 591 330 111 | 2 562.6 |
| 1991 | 226 235 500 | 552 329 431 | 2 441.4 |
| 1992 | 221 361 128 | 560 930 669 | 2 534.0 |
| 1993 | 221 913 069 | 562 999 444 | 2 537.0 |
| 1994 | 215 098 292 | 532 953 323 | 2 477.7 |
| 1995 | 215 085 048 | 536 814 532 | 2 495.8 |
| 1996 | 222 862 841 | 571 418 933 | 2 564.0 |
| 1997 | 227 978 930 | 619 129 780 | 2 715.7 |
| 1998 | 219 227 076 | 593 291 815 | 2 706.3 |
| 1999 | 211 738 947 | 581 471 238 | 2 746.2 |
| 2000 | 215 129 132 | 587 648 160 | 2 731.6 |

*; FAO, 2024

Özellikle ekmek yapım kalitesi D genomlarından bazı allellerin aktarılmasıyla iyileştirmeler yapılmasına rağmen günümüzde istenilen seviyede değildir. Yüksek moleküler ağırlıklı gluteninlerde D genomları katkılarının araştırıldığı

Tablo 3 devamı: Dünyada yıllara göre Buğday ekim alanı (ha), üretim miktarı (ton), verim (kg.ha⁻¹) değerleri*

| Yıllar | Ekim alanı (ha) | Üretim mikt. (ton) | Verim (kg.ha⁻¹) |
|---------------|------------------------|---------------------------|-----------------------------------|
| 2001 | 214 551 062 | 588 243 586 | 2 741.7 |
| 2002 | 214 893 609 | 592 045 286 | 2 755.1 |
| 2003 | 207 428 354 | 549 974 473 | 2 651.4 |
| 2004 | 215 679 406 | 634 666 010 | 2 942.6 |
| 2005 | 221 665 780 | 627 020 836 | 2 828.7 |
| 2006 | 212 554 657 | 614 381 645 | 2 890.5 |
| 2007 | 215 455 649 | 606 594 343 | 2 815.4 |
| 2008 | 222 138 042 | 680 294 967 | 3 062.5 |
| 2009 | 225 207 694 | 683 638 639 | 3 035.6 |
| 2010 | 215 605 057 | 640 802 627 | 2 972.1 |
| 2011 | 220 266 515 | 696 897 833 | 3 163.9 |
| 2012 | 217 792 924 | 673 730 438 | 3 093.4 |
| 2013 | 218 430 701 | 710 170 704 | 3 251.2 |
| 2014 | 219 540 154 | 728 757 761 | 3 319.5 |
| 2015 | 222 963 949 | 741 845 269 | 3 327.2 |
| 2016 | 218 951 726 | 748 437 125 | 3 418.3 |
| 2017 | 218 272 057 | 772 893 357 | 3 541.0 |
| 2018 | 213 984 304 | 732 357 019 | 3 422.5 |
| 2019 | 215 748 027 | 764 053 398 | 3 541.4 |
| 2020 | 217 887 887 | 757 023 107 | 3 474.4 |
| 2021 | 220 425 413 | 772 779 430 | 3 505.9 |
| 2022 | 219 153 830 | 808 441 568 | 3 688.9 |

*; FAO, 2024

çalışmalarda ekmek yapma kalitesi üzerinde 1D genomunun maksimum etkiye sahip olduğunu saptamışlardır (Lukaszewski, 2006). Ekmeklik buğday 1D genomunda bulunan 5+10 bandının heksaploid tritikale genotipine transfer edilmesiyle ekmek yapma kalitesinde etkili test ağırlığı, un verimi, undaki protein miktarı, sedimentasyon ve Alveograf değerlerinin yükseldiği saptanmıştır (Varughese, 1986). Belirtilen sonuçlar yakın gelecekte tritikale kalite özelliklerinin daha da iyileştirilerek buğday yerini alacağı yönündedir.

Tritikalenin vejetasyon süresi boyunca gerçekleştirdiği gelişim süreci buğday ile benzerdirler. Tritikaleler genellikle buğday başak boylarından daha uzun olup, başaklarındaki çiçek sayısı daha fazladır. Ekstra uygulanan gübreleme tane doldurma ve tane oluşumunda etkili faktör değildir. Fakat optimum N gübre uygulamalarının metrekarede başak sayısını, düşük ölçekte başakta tane sayısını artırdığı bilinmektedir (Kochhann ve ark., 1990). Heksaploid tritikale genotiplerinin çevreye adaptasyon kabiliyetleri heksaploid buğday genotiplerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır (Riede ve ark., 1991). Belirtilen durum tritikalenin geliştirildiği sırada kullanılan ebeveyn çavdar genotiplerinden kaynaklanmaktadır. Farklı türlerdeki bitkiler arasında gen aktarımı sağlanması ve istenilen özelliklerin ilave edilmesi konuları Tritikalenin en önemli özelliklerindedir. 19. yüzyıl ortalarında makarnalık buğdayda görülen yaprak hastalıklarına karşı çavdar bitkisinde bulunan dayanıklılık genlerinin aktarılmasında tritikale bitkisi kullanılmıştır (Schlegel ve ark., 1986).

Tritikale bitkisinin keşfedilmesi sırasında farklı türlerin melezlenmesi gerçekleştirilmiş olup çeşitli kombinasyonlar oluşturulmuştur. Melezlemeler sırasında ilk olarak oktaploid (AABBDDRR), sonrasında heksaploid (AABBRR) ve tetraploid (ABABRR) tritikaleler geliştirilmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda araştırmacılar tritikalelerin üç temel tip üzerinde sınıflandırıldığını bildirmişlerdir (McKey, 1990),

Cins: Triticum

Bölüm: Triticale

Türler: Triticum krolowii (4x)

Triticum turgidocereale (6x)

Triticum rimpai (8x)

Triticum turgidocereale (6x) aralarında ön plana çıkan tritikaledir. Çavdarda bulunan RR genomlarının makarnalık buğdayda bulunan AABB genomlarıyla birleşmesi sonucunda meydana gelmiştir. İstenilen bazı translokasyonlar gerçekleşmiştir. Genetik rekombinasyonların oluşması sonucunda istenen bazı önemli özelliklerin aktarımı sağlanmıştır. Rekombinasyon, tritikale gibi melezleme v.b işlemler ile oluşturulan veya

geliştirilen tüm bitkiler için önemli bir faktördür. Tritikale bitkisinde üç farklı gen rekombinasyonu bitkide genetik varyasyonu artırmada etkin rol oynamaktadır.

Bitkide görülen rekombinasyonlar;

- Farklı ebeveyn cinslerinin tam genom rekombinasyonu
- Farklı ebeveyn cinslerinin genom içi ve arasındaki kromozom rekombinasyonu
- Farklı ebeveyn cinslerinin genom içi ve arasındaki genlerin rekombinasyonu (Schlegel ve ark., 1986) şeklindedir.

Belirtilen rekombinasyonlar tritikale gelişimi sırasında istenilen özelliklerin elde edilmesi amacıyla zorlaştırmaktadır. İlave olarak melezlemeler sırasında istenilen özellikler ile birlikte istenmeyen bazı özelliklerin de geliştirilen tritikalede görülme olasılığı yüksektir. Bu nedenlerden dolayı çok sayıda melezlemeler yapılarak varyasyon genişletilmelidir. Tritikalede tane kalitesinin artırılması amacıyla gerçekleştirilen D genomları aktarımı sırasında yapılan melezlemeler sonucunda A, B, R genomlarından herhangi birisi haploid hale geldiğinde yada ikiden fazla homolog kromozom tek değerli olduğunda, spontane olarak kromozom değişimi (ikamesi) meydana gelmektedir. Odaklanılan kalite özelliklerin artırılmasına yönelik geliştirilen tritikalelerde 2D(2R) ve 6D(6R) genom değişimleri gerçekleştirilmiştir.

Tritikalede istenilen özelliklerin bulundurulması amacıyla farklı bitkilerde yeralan gen bölgeleri kromozom allellerinin rekombinasyonu oluşturularak elde edilebilir. Tritikale x Buğday, Tritikale x Tritikale, Tritikale x Çavdar melezlemeleri istenilen kromozom allellerinin rekombinasyonunu sağlayacak olup, genetik tabanın zenginleşmesini ve genetik varyasyon artışını sağlayacaktır.

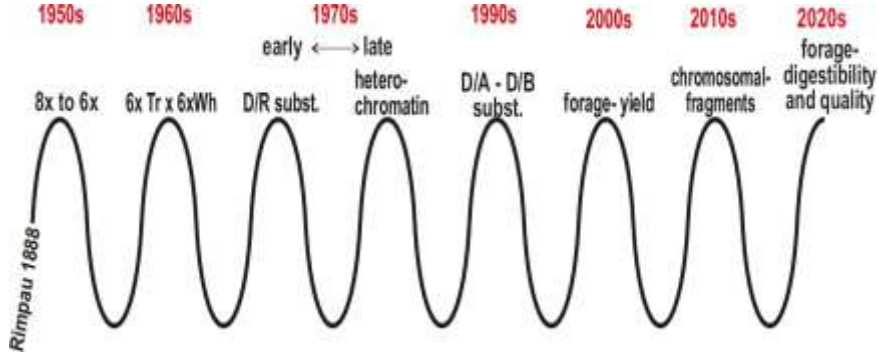
1.2. Tritikalenin Önemi

Dünyada tahıllara bireylerin duyduğu ihtiyaç her yıl yaklaşık %3 oranında artış göstermektedir. Ekim münavebesi yapılmaması, 1. sınıf tarım arazilerinin kentleşmede kullanılması, tarımsal alanların daha küçük parçalara ayrılması, bakım işlemlerinin istenilen seviyede yapılmaması durumu ekim alanı ve üretim miktarlarını azalma eğilimine yöneltmektedir. Belirtilen

hususların üretim miktarını azaltmayı aksine artırması için birim alan verimliliğın artırılması ve farklı tahıl cinslerinin kullanılması şeklinde araştırıcılar çözüm arayışlarına gitmektedirler. Özellikle küresel ısınmanın olumsuz etkileri üretim miktarını ve ürün kalitesini azaltan önemli faktörlerdendir. Tahıllarda bitkinin su ihtiyacının optimum olduğu dönemlerde kuraklık gerçekleşmesi veya hasat olgunluğundaki dönemlerde tahılların yüksek yağışa maruz kalması verim ve kalitede ciddi kayıplara neden olmaktadır. Küresel ısınmanın birçok iklim aktivistleri tarafından ‘‘küresel kaynama’’ olarak adlandırıldığı dünyada, yapısal olarak fakir, mikro ve makro besin elementleri zayıf olan marjinal toprakların artış göstermesi kaçınılmazdır. Bu durum, marjinal topraklara toleranslı bir tahıl cinsi olan tritikalenin gelecekte popülaritesini artıracığı görüşünü hâkim kılmaktadır. Araştırıcılarda oluşan genel kanı yakın gelecekte marjinal alanlar artış gösterdiğinde tritikalenin çaresiz kalacak üreticiler için bir sigorta poliçesi olacağı yönündedir. Dünyada Rimpou tarafından 1888 yılında doğal yollarla melezlenmiş olarak saptanan tritikalelerin yaklaşık yüz otuz yıllık genel ıslah süreçleri Şekil 1’de görölmektedir.

Tritikale, buğday ve çavdar gibi diğeri tahıl cinslerinde istenilen özelliklerin geliştirilmesi veya aktarılması konularında gen havuzu görevi görürler. İlave olarak, gen bölgeleri aktarımları sırasında köprü işlevi görürler. Bahsedilen translokasyonlar ve rekombinasyonları kolaylıkla gerçekleştirebilirler. Bazı ülkelerde ve bölgelerde ekim nöbeti yapılması gereken bitkilerin sayısı, iklim gibi çeşitli faktörlerden dolayı sınırlıdır. Bu tür ekim nöbeti bakımından sınırlı bitki kullanımı durumlarında tritikale, iyi bir münavebe bitkisidir. Tritikalenin kromozom, gen ve kromozom alelleri izolasyonu sağlanarak belirlenen kısımlarda işlevler ve etkileşimlerin bilinmesi durumu ıslahçılara ve araştırıcılara rehber olacaktır.

Toprak alanlarını kaplaması, kök ve sap artıklarının toprağın organik madde miktarını artırması, yağmur damlalarının toprak yüzeyine çarpması sonucu kılcalların dağılmasını önleyerek infiltrasyonu artırması ve rüzgar erozyonunun olumsuz etkilerini engellemesi nedeniyle tritikale, toprakların ıslahı bakımından da önemli bir bitkidir.



Şekil 1: 19. yüzyıl ortalarından günümüze kadar tritikale yetiştiriciliği ve ıslahında gerçekleştirilen araştırmalar 1950-1990 diyagram aralığı Lelley (1996)'e göre gerçekleştirilmiştir.

Bireylerin genellikle lifli gıdalar yerine yağlı gıdalar tüketmesi, "zengin hastalığı" olarak adlandırılan kalp hastalıkları, sindirim sorunları, obezite ve bazı kanser türlerinin görülme sıklığını artırmaktadır. Tritikale tanelerinin, diğer tahıl cinslerinden özellikle buğdaya göre daha yüksek lif içeriğine sahip olduğu saptanmıştır (Guedes-Pinto ve ark., 2012). Tritikaleden özellikle tanelerinden çok çeşitli besinsel ürünler üretilmekte olup, kullanımını oldukça kolaydır (Cooper, 1985). Yapılan ürünlerin, buğdaya kıyasla ağızda daha iyi bir his uyandırdığı saptanmıştır. Finlandiya'da yapılan bir çalışmada tritikale unundan yapılan Fin gevreği ekmeğinin çavdar ekmeğine kıyasla daha az acı tada sahip, besin değerlerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Buğday ekmeğine kıyasla daha az maliyetlidir. Tritikale unundan ekmeğin yapımı sırasında sertliğin azaltılması için buğday unu, acılık v.b olumsuzlukların giderilmesi için ise şeker ile yağ ilave edilmelidir.

Buğdaylara kıyasla tritikale bitkisinin daha az tercih edilmesinin sebeplerinden bir tanesi de tohumların büzüşerek buruşuk bir yapıda olmasıdır. Tohumlarda görülen büzüşmeye bağlı buruşukluk çeşitli ıslah tekniklerinin yanı sıra nükleer mutasyon programları doğrultusunda giderilmiştir. Araştırmacıların gerçekleştirdikleri araştırmalarda tane buruşukluğunun nedenleri üzerinde duruldu. Heksaploid tritikale oluşumu sırasında ebeveyn genotiplerde diş buğday ve erkek çavdar melezleme işlemi sonrasında oluşan

tritikale sitoplazmasının sadece buğday plazma genleri taşımaya rağmen çekirdeğin %75'i buğday, %25'i çavdar kromozomlarından oluşmaktadır. Özellikle buruşuk tane yapısının nedeni endosperm oluşumu sırasında farklı plazmajenik ortam uyumsuzluğu kaynaklı mitoz bölünme sürecinin durmasıdır. Araştırmacılar tarafından nedenleri net olarak belirlenen hususlar üzerinde durulmuş, İspanyol buğdaylar ile çavdarlardan elde edilen başak boyu ve çiçek verimliliği yüksek tritikalelerin tohumlarında 1500-3000 r dozlu ışınlama gerçekleştirilmiş, aynı ışına maruz kalmayan tritikale bitkilerinin polenleriyle tozlaşma işlemi yapmıştır. Yeni jenerasyonlar içerisinde büzüşmeyen tohumlar seleksiyon edilmiştir (Guedes-Pinto ve ark., 2012). Elde edilen materyaller İspanyada yetiştirilen ‘‘Cachirulo’’ isimli ilk tritikale çeşidinin kökenini oluşturmaktadır (Sanchez-Monge, 1969). 1970’li yıllarda araştırmacılar bahsedilen tritikale çeşidini kademeli öğütme makinesiyle öğütürerek hayvan yemi rasyonunda kullanılmak üzere protein içeriği çok yüksek ürünler elde etti (Garcia Olmedo, 1970). Orta ve Doğu Avrupada türlerarası melezleme yoluyla yapılan çalışmalarda elde edilen karakterlerin morfoloji, kalıtım ve sitolojik özellikleri incelenmiş olup, araştırmacılar buğday x çavdar melezlerinden elde edilen tritikalelerde tane sayısı ve tane ağırlığında görülen azalmanın sadece kromozom dağılımından kaynaklanmadığını aynı zamanda çiçek morfolojisinin de etkili olduğunu tritikale çalışmaları ve ıslahı sırasında bahsedilen problemlerin ıslahçılar tarafından bütünüyle incelenmesi gerektiğini bildirmişlerdir (Tschennak, 1913; Iesenko, 1915; Love ve Craig, 1919; Leighty, 1920; Meister, 1921; Meister ve Tyumyakoff, 1927; Bleier, 1928; Levytsky ve Benetskaya, 1930; Florell, 1931; Schiemann, 1932; Meister, 1936; Meister, 1937; Isenbeck ve Rosenstiel, 1950; Forlani, 1954; Koric ve Koric, 1970; Sulima, 1976; Muntzing, 1979).

2. TRİTİKALE YETİŞTİRİCİLİĞİ

2.1. İnsan ve Hayvan Beslenmesinde Tritikalenin Önemi

Tritikale bitkisi, hayvan beslenmesi açısından önemli bir besin maddesi olmasına rağmen tanelerinin un kalitesi, lezzetliliği ve enerji değerleri düşük olduğu için diğer bazı tahıl cinslerinin gölgesinde kalmıştır. Tekli kromozom yapısı, desinapsis gibi olumsuzlukların ıslahçılar, adaptasyon ve etkileşim çalışmalarının agronomistler tarafından geliştirilmesiyle meydana gelen

verimli tritikale çeşitleri, birçok hayvanın (büyükbaş, küçükbaş, kümes vb.) beslenmeleri amacıyla rasyonlarda kullanılmaktadır (Myer ve Lozano del Río, 2004). Özellikle rasyonlarda kuru madde olarak %50 seviyelerinde bulunması tavsiye edilmekte olup, bahsedilen kümes ve büyükbaş hayvanlarda etkili olmaktadır (Hill ve Utley, 1989; Zobell ve ark., 1990; Abdelrahman ve ark., 2008; Mikula ve ark., 2011). Mısır ile birlikte tritikale, önemli bir etanol üretimi sağlanan bitkidir (McGoverin ve ark., 2011). Özellikle yüksek nişasta içeren tahılların biyoetanol hammaddesi olarak kullanıldığı araştırmacılar tarafından bilinmektedir (Rosenberger ve ark., 2002). Biyoetanol sonrası nişastadışı kalan kısımlar, hayvan yemi bakımından buğday ile kıyaslandığında ön plana çıkmaktadır (Tablo 4).

Tablo 4: 1 ton tane formulu tritikale ve buğdaydan elde edilen etanol (l) ve nişasta dışı hayvan yemi (kg)*

| Ürünler | Tritikale | Buğday |
|----------------------------|-----------|-----------|
| Etanol | 377 litre | 365 litre |
| Hayvan yemi (nişasta dışı) | 302 kg | 290 kg |

*; (Fields of Energy 2006; Moreau ve ark. 2012; Yang ve McAllister 2014).

Tritikalenin nişasta dışı hayvan yemi olarak kullanımı, besin konsantrasyonu bakımından diğer tahıl cinslerine göre ön plana çıkmaktadır (Amat ve ark., 2014; Chrenková ve ark., 2012). Yapılan farklı araştırmalarda araştırmacılar, biyoetanol yapımı sonrası kalan nişastasız tritikale tanelerinin hayvan yemi olarak %40 rasyonlarda kullanılmasıyla kaliteli bir hayvan beslenmesi sağlandığını bildirmişlerdir (Amat ve ark., 2014; Buckner ve ark., 2007; Klopfenstein ve ark., 2008). Oysa, diğer önemli tahıl cinslerinden buğday ve mısır bitkilerinin biyoetanol sonrası kalan nişastasız tanelerinden hayvan yemi rasyonlarında yaklaşık %5 ile %10'luk kısım kullanılmaktadır (Cromwell ve ark., 1993; Youssef ve ark., 2008; Oryschak ve ark., 2010). Buğday ve mısır gibi bitkilere olan talebin, artan nüfus ile birlikte insan beslenmesi açısından yükselmesinin yanı sıra etanol talebinin de giderek arttığı görülmektedir. Bu durum, tritikaleyle yapılan üretimi ve talebi artırmaktadır. Ayrıca araştırmacılar, bu talep artışlarından dolayı hayvancılık ile üretilen et, süt vb. türevlerinin 2100 yılına kadar iki katına çıkacağını öngörmektedirler (Randhawa ve ark., 2015). Bu durum, üreticilerin tritikaleye yönelimini artıracaktır. Özellikle ebeveyn çavdar hattından alınan kuraklığa dayanıklılık geni, diğer tahıl cinslerinin

üretimine uygun olmayan marjinal alanlarda dahi tritikale yetiştiriciliğini artıracaktır. Çavdar R genomu ve buğday A, B genomlarını ebeveyn hatlardan alan tritikalede (Varughese ve ark., 1997) verim ile birlikte kalitenin artırılması da ıslahçıların temel amaçları doğrultusundadır. Buğday verim ve kalitesinin çavdar hastalık ve kuraklığa dayanımının birleştirilmesi planlanmış, ancak pratikte istenilen sonuçlar elde edilememiştir (Bender, 2006). Özellikle tane kalitesinde başlangıçtan günümüze kadar istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Tritikale taneleri, un kalitesi ve miktarı düşük, cılız tanelerin oluşumu şeklindedir. Son dönemlerde ıslahçılar, tane dolgunluğunu ve nişasta miktarını, dolayısıyla biyoetanol miktarını artırmayı hedeflemektedirler. Bu durumda, tane protein miktarının düşeceği göz önünde bulundurulduğunda, ıslahçılar biyoetanol için geliştirecekleri tritikale çeşitlerini, insan beslenmesi açısından geliştirecekleri tritikale çeşitleriyle sınıflandırmak zorunda kalacaklardır. Araştırmacıların mısır, buğday ve tritikale taneleri üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarda protein miktarlarını sırasıyla; %8.86, %13.06 ve %13.21 olarak saptamışlardır. Lizin miktarı bakımından ise buğday (%0.40) ve tritikale (%0.39) birbirine yakın değerlerde, mısır ise (%0.25) daha düşüktür (Myer ve ark., 1996; Furlan ve ark., 1999; Myer ve Lozano del Río 2004; Gibb 2007; Sullivan ve ark., 2007; Beltranena ve ark., 2008; Oryschak ve ark., 2010; Osek ve ark., 2010; Chrenková ve ark., 2012; Liu ve ark., 2012). Tritikalenin enerji miktarı yüksek olup (Gibb, 2007), nişasta miktarı kuru madde bazında 660-730 g/kg arasındadır (Çiftçi ve ark., 2003; Pejin ve ark., 2009). Tritikale tanesinde nişastanın amiloz miktarına oranı 128-351 g/kg, çavdarda 0-523 g/kg olup, buğdayda ise 269-428 g/kg arasında değişiklik göstermektedir (Mohammadkhani ve ark., 1999; Blazek ve Copeland, 2008; Martin ve ark., 2008). Tritikale tane yapısı fiziksel ve mekaniksel özellikler bakımından diğer tahıl cinslerinden daha yumuşak yapıdadır. Bu durum, genellikle ebeveynlerinin farklı cins olmalarından dolayı gerçekleşen sitoplazmik uyumsuzluktan kaynaklanmaktadır. Fakat gerçekleştirilen ıslah çalışmaları doğrultusunda daha sert modern tritikale çeşitleri geliştirilmeye başlanmıştır (Hansen ve ark., 2004). Tanedeki yumuşaklık durumu, yem teknolojisinde çeşitli prosesler sırasında daha az enerji harcanmasını sağlamaktadır (van Barneveld, 2002).

2.2. Tritikalenin Hayvan Rasyonlarında Kullanımı

Tahıllarda mikotoksinler genellikle çiçeklenme dönemlerinde oluşmaktadır. Çavdarda çiçek yapısından dolayı yaygın enfeksiyonlar oluşurken buğday, arpa ve yulaf ise çiçek yapıları kapalı olduğundan enfeksiyon riski daha azdır (Flieger ve ark., 1997; Krska ve Crews, 2008; Di Mavungu ve ark., 2011). Yem olarak kullanım sırasında değirmen işlemleri sonrası tahıllardaki mantari bulaşların önemli bir kısmı giderilse de, belirli miktarda alkaloidler kalabilir. Araştırmacılar, gerçekleştirdikleri araştırmalarda tritikale, buğday ve çavdar cinslerinden oluşan yemlerde sırasıyla; %48, %34, %52 oranlarında mantari alkaloidler saptamışlardır (Di Mavungu ve ark., 2011). Hayvanların yüksek alkaloide maruz kalması ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır (Blaney ve ark., 2000). Bu sebeple, hayvancılık yapan bireylerin rasyon hazırlarken mantari bulaş yemlerin rasyondaki oranına dikkat etmeleri gerekmektedir. Hayvan beslenmesinde çavdar yerine tritikalenin yem olarak tercih edilmesinin önemli nedenlerinden biri de mantari bulaş oranının düşük olmasıdır.

Tahıllar, büyükbaş hayvanların enerji, protein ve yağ ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Tahılların rasyon araştırmalarında genellikle nişastasız mısır üzerindeki çalışmalar popülerdir (Greter ve ark., 2008). Araştırmacılar, et sığırcılığında rasyona %20 oranında mısır veya nişastasız buğday ilavesinin büyüme performansını pozitif yönde geliştirdiğini bildirmişlerdir (Buckner ve ark., 2007; Gibb ve ark., 2008; Wierenga ve ark., 2010).

Nişastasız tritikale yemlerinin rasyonlara dahil edilmesiyle karkas ağırlıklarında değişiklik gözlemlenmemiştir (Wierenga ve ark., 2010). Özellikle nişastasız tritikale yemlerinin rasyonlarda artışı, büyükbaş hayvanlarda akut atakların artmasına neden olabilmektedir. Rasyonlardaki nişasta miktarının azaltılması, yem maliyetinin düşürülmesi ve verimlilikte stabilitenin devamı amacıyla nişastasız tritikale yemleri kullanılabilir. Arpa silajı veya tanelerinin bulunduğu rasyonlarda belirtilen grupların %20'lik kısmında nişastasız tritikale yemleri kullanılabilir. Ancak belirtilen rasyona karaciğer apselerinin önlenmesi amacıyla antibiyotik ilavesi yapılmalıdır. He ve ark. (2012) gerçekleştirdikleri araştırmada, rasyonda bulunan tane formulu arpa yemi yerine %30 oranında nişastasız tritikale yeminin ilave edilmesinin et ve büyüme performansını olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir. Aynı

araştırmacıların benzer konuda gerçekleştirdikleri farklı bir çalışmada ise, bahsedilen oranlarda yem bulunan rasyon sonrası sıcak karkas ağırlığı, deformasyon oranı ve sınıf kalitesinde nötr bir etki saptanmıştır (He ve ark., 2014). Nişastasız tritikale yemlerinin bulunduğu rasyonlara keten tohumunun ilavesi, hayvanlarda trans yağ seviyelerini düşürmüş ve sırt yağı artışını göstermiştir (He ve ark., 2012). Belirtilen rasyonlar, hayvansal ürünlerdeki yağ kalitesini artırarak, bu durum ürün arzı sırasında yüksek fiyatlarla üretici kârlılığını artıracaktır.

Modern süt üretimlerinde sürdürülebilirlik ve hijyen en önemli parametrelerden biridir. Et sığırcılığından ziyade, genellikle süt sığırcılığında kuru maddede 10-14 MJ ME/kg yüksek enerjiye sahiptir. Ancak içerisindeki nişasta, sindirim bozukluklarına neden olabilir, bu nedenle rasyonlarda dikkate alınmalıdır. Bu yüzden, rasyonlara kademeli olarak dahil edilmeli ve oranı artırılmalıdır (van Barneveld, 2002). Özellikle tanelerinin yumuşak yapıda olması, diğer tahıl cinslerine göre yem olarak hazırlanırken daha az enerji harcanmasına neden olur (King, 2011). Yapılan çalışmalarda, araştırmacılar rasyonlarında tritikale kullanılan Holstein süt sığırlarının, diğer rasyonlara göre daha az kilo aldığını ve bu durumun süt verimini artırdığı çıkarımına ulaşmışlardır (McQueen ve Fillmore, 1991). Hayvanlarda gebeliğin son dönemleri ve hemen sonrasındaki süreçlerde, araştırmacılar Holstein cinsi süt sığırlarına tritikale vermiş ve belirli bir süre sonra mısırla değiştirmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, tritikale yerine mısır verildiğinde tahıl cinsleri arasında farklılık saptanmamıştır (Mikula ve ark., 2011). Dahası, rasyonunda mısır ve tritikale bulunan süt sığırlarının, rasyonlarında sadece mısır bulunan süt sığırlarına göre daha yüksek süt verimine sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle laktasyonun ilk aylarında tritikale ile beslenen hayvanlarda süt proteinlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Koyunlar ve keçiler, ağız, diş ve çene yapılarındaki farklılıklardan dolayı tüm tahıl cinslerini çok daha kolay parçalarlar. Bu durum, bitkilerin yem halinde parçalanması amacıyla gereken enerjiyi minimuma indirir (Ørskov ve ark., 1974). Araştırmacılar, küçükbaş hayvan rasyonlarına yulaf ve tritikale (bitki+tane) ilave ettiklerinde Merinos cinsi koyun ve kuzularda nötr etki gözlemlemişlerdir (Brand ve Van der Merwe, 1993). Farklı miktarlarda sadece

tritikale verilen Merinos cinsi kuzularda verimlilik ve tüketim miktarlarında farklılıklar görülmemiştir (Brand ve Van der Merwe, 1994). Elde edilen bilgiler, tritikalenin koyun beslenmesi sırasında rasyonlara ilave edilebileceğini göstermektedir.

Araştırmacılar, nişastasız tritikalelerden elde edilen lif içeriği yüksek yemlerin kanatlılarda göğüs kası etinde istenilen verimliliği sağlamadığını bildirmişlerdir (Oryschak ve ark., 2010). Oysa bahsedilen olumsuz durum, nişastasız mısırın rasyonda %20'den fazla olması durumunda göğüs et ağırlığının olumsuz etkilendiği bilinmektedir (Lumpkins ve ark., 2004; Wang ve ark., 2007, 2008). Piliç tesislerinde sağlıklı, hızlı üretim ve sürdürülebilirlik önemli parametrelerdir. 3-4 haftalık piliçlerin rasyonlarındaki kuru maddenin %0, %15, %30 kısımlarında enzimli-enzimsiz nişastasız tritikalelerin buğday ikamesi olarak kullanılması sonucunda kontrole fark olmadığı saptanmıştır. Camire (1991) gerçekleştirdiği araştırmasında, tritikale ekstrüzyonunun kanatlılarda sindirilebilirliği artırdığını saptamıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, piliç yetiştiriciliği sırasında yaklaşık %10 civarında nişastasız tritikalenin rasyonlarda bulunmasının kanatlı yetiştiriciliğinde negatif etki oluşturmadığı anlaşılmaktadır.

Tritikale, az un verimi, acı tadı ve düşük un kalitesinden dolayı insan beslenmesinde fazla tercih edilmeyen bir bitkidir. Ancak özellikle hayvan beslenmesinde önemli bir yeri vardır. Farklı ülkelerde genellikle ekim ve hasat tarihleri farklılık göstermektedir. Teksas ve Oklahoma'da Kasım ve Mart aylarında serin iklim tahıllarının vejetasyon dönemi tamamlanırken, Kanada gibi kışı daha sert bölgelerde daha erken işlemler gerçekleştirilebilir. İlave olarak, otlama süreleri de Kanada gibi soğuk bölgelerde daha kısa olup, birkaç hafta sürmektedir (Kilcher 1982; Winter ve Thompson 1987; Baron ve ark., 1999). Kış yetiştiriciliği yapılan tritikalelerin, ilkbahar aylarında yetiştirilenlere göre yaklaşık 1-4 kat daha fazla yem artışı sağladığı saptanmıştır (Royo ve ark., 1996). Özellikle geç biçilen tritikalelerde yeşil ot verimliliği artarken, tane dökme nedeniyle tane verimliliğinde azalma gözlemlenmektedir (Agyare ve ark., 1996). Bu durumu, farklı araştırmacılar tritikale ve buğdayda erken biçimle daha az yatma ve tane veriminin yükselmesiyle açıklamışlardır (Poysa 1985; Winter ve Thompson 1987).

Yemlik olarak tahıl cinsleri arasında tritikale, çavdar ve buğday kıyaslandığında, çavdarın yem verimi, bahsedilen diğer tahıl cinslerinden daha yüksektir (Brown ve Almodares 1976; Poysa 1985; Baron ve ark., 1999). Çavdar cinsi, özellikle kardeşlenme, yaprak gelişimi gibi konularda soğuk iklim şartlarında daha yüksek performans sergilemektedir. Tritikale, ebeveynlerinden olan çavdar bitkisinden düşük sıcaklıklarda daha yüksek büyüme ve gelişme gösterdiği için, bu durum ilkbaharda daha erken büyüme sürecinde de devam etmektedir. Kanada gibi soğuk bölgelerde büyüme periyodunu daha geç sonlandırmaktadır. Ayrıca, çavdarda kardeşlenme performansının yüksek olduğu saptanmıştır (Winzeler ve ark., 1989).

Tritikalelerin ebeveynleri olan buğday ve çavdar arasında günlük ekimlerde çavdarlar genellikle diğerlerine kıyasla daha uzun boylu olup, daha yüksek yem verimi oluştururlar. Ekim zamanı, tahılların yem veriminde önemli bir diğer faktördür. Erken ekimler, hem ilkbaharda hem de sonbaharda yem üretimini artırmaktadır. Belirli bölgelerde tahıl için ideal olandan daha erken ekim yapmak, hem sonbaharda hem de ilkbaharda yem üretiminin artmasıyla sonuçlanmaktadır (Baron ve ark., 1993). Tahıllarda yem üretimi sırasında kalite ve verimlilik kriterleri, bitkide optimum veya optimuma yakın süreçlerde biçilmesi veya otlatma sonu olarak belirli bir tarih yerine apikal gelişimler doğrultusunda saptanmalıdır (Agyare ve ark., 1996).

Tritikale bitkisinden elde edilen silaj, saman ve diğer yem ürünleri, çeşitli aşamalardan elde edilen daha düşük maliyetli ürünlerdir. Mahsüllerin kalite ve verim parametreleri bitki cinslerine göre farklılıklar gösterir. Sıcak ve serin iklim tahıllarının yem verimliliği ve kalitesi, yetiştirme koşulları, optimum bitki besin yeterliliği, tohumluk ve bakım kalitesi gibi parametreler, bitkinin yem kalitesinde etkili olup, bu parametreler değişkenlik göstermektedir. Araştırmacılar, Kanada-Alberta lokasyonunda çavdarın Haziran ortasında başaklanma, yazlık arpanın ise Temmuz ilk haftasında başaklanma evresine girdiğini belirtmişlerdir. Kışlık çavdar ve tritikale üretimlerinden elde edilen yem (tane + bitki) verimi, günlük buğdaydan daha fazla olduğu saptanmıştır. Ford ve ark. (1984), kısa boylu kışlık tritikalelerin, standart genotiplere oranla biyokütle miktarının azaldığını bildirmiştir. Türkiye’de gerçekleştirilen bir araştırmada, tritikale genotiplerinde bitki verimliliği bakımından farklılıklar

olduğu bildirilmiştir (Bilgili ve ark., 2009). ABD'nin Minnesota eyaletinde yapılan başka bir araştırmada ise, yulaf ile buğday genotiplerinin verimlerinin, tritikale genotipleriyle aynı olduğu gözlemlenmiştir (Cherney ve Marten, 1982a).

Kuzeybatı Pasifik ABD'de süt olum evresi sonrası hamur (süt-sarı) olum evresinde hasat edilen tritikale, buğday ve yulaf ile aynı miktarda yem verimi elde edilirken, başaklanma evresinde daha düşük verim saptanmıştır (Ciha, 1983). Tritikale eşitlerinden AC Ultima ve Wapitiden diğer bazı tritikale çeşitlerine göre daha yüksek verim elde edildiği, hatta bazı tahıl cinslerinden de daha yüksek verime ulaşıldığı saptanmıştır. Belirtilen durum Batı Kanada'da farklılık göstermiştir (McLeod ve ark., 1998). Elde edilen sonuçlar, lokasyonların çeşit ve cins performansında etkili olduğunu göstermektedir.

Tritikale ve diğer serin iklim tahıllarında ekim tarihlerinin belirlenmesinde bazı parametreler önemlidir. Bunlar; toprak tavı, iklim vb.'dir. Ekim tarihinin yem verimine etkisi genellikle lokasyon, iklim, olgunlaşma süresi, erkencilik ve gecilik faktörlerine bağlıdır. Bitkilerin suya en fazla ihtiyaç duydukları dönemlerde yağışların olma olasılığı da önemlidir. Bu nedenle ekim tarihleri bitkinin su ihtiyaı yüksek olduğu evrelerinin yağışlara denk getirilmesi gerekmektedir (Kilcer ve ark., 2010). Baron ve ark. (1999) ile Schwarte ve ark. (2005), sıcaklık düşüşleri ve donma gibi faktörlerin bitki veriminde etkili olduğunu ve ekim zamanı ile de pozitif korelasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Yazlık ekimlerde, tahılların ekim tarihlerinin ertelenmesi, yem verimlerinde azalış olasılığını artırır (McKenzie ve ark., 2011; Baron ve ark., 2012). Alberta'da yapılan araştırmada, araştırmacılar ekim tarihlerinin farklı zamanlarda yapılmasının üretim miktarını yaklaşık %40 oranında azalttığını bildirmişlerdir (Baron ve ark., 2012). Güney Alberta'da gerçekleştirilen farklı bir araştırmada ise ekim tarihleri nisan ortasından mayıs sonuna kadar değiştiğinde, arpa ve tritikale yem verimlerinin sırasıyla %23 ile %33 azaldığını bildirmişlerdir (McKenzie ve ark., 2011).

Gibson ve ark. (2007), tritikalenin topraktan yüksek miktarda besin maddesi tükettiğini bildirmişlerdir. Tritikale bitkisi, vejetasyon süresi boyunca bitki + tane bakımından optimum verimlilik elde edildiği dönemlerde makro element alımını sürdürdüğü (N, P vb.) bilinmekte olup, farklı dönemlerde hasat

edilen bitkinin diğer bazı tahıl cinslerine göre daha fazla P tükettiği saptanmıştır (Brown, 2006). Tahıllarda mısır cinsi, uzun boylu geniş yapraklar ve koçanda optimum tane yapısı oluştururken yüksek miktarda N ve P tükettiği tüm araştırmacıların ortak paydada bulunduğu bir konudur. Mısır-tritikale ekimlerinden karışık silajlar elde edilirken, tek mısır ekiminden yaklaşık %42 daha fazla P tüketimi gerçekleşmektedir. ABD’de silaj amaçlı mısır ardından tritikale üretiminin kaliteli ve verimli tane ve yem bitkisi oluşturduğu saptanmış olup, 33 kg/ha N gübrelemesi yapılmasına rağmen topraktan 47-82 kg/ha N kaldırıldığı belirlenmiştir.

Tritikale bitkisi, kardeşlenme, sapa kalkma ve sonraki evrelerde yaprak yapıları gelişerek, yaprak sayıları artmaktadır. Bitkinin yaklaşık %80’lik kısmı yapraktan oluşmakta olup, %70 oranında yüksek sindirilebilirlik ve %20’den fazla protein miktarı, yem kalitesinin istenilen seviyede ve miktarda olduğunu ortaya koymaktadır (Cherney ve Marten, 1982a, b). Çiçeklenme evresinin ikinci haftasına kadar gövde miktarındaki artış devam etmekte olup, yapı ve dayanıklılık yükselmektedir. Tane olgunlaşma evresi; süt olum, sarı (hamur) olum, fizyolojik tam olum evrelerinde başak yapısı genişler ve başak ağırlığı tam olum evresine kadar devam eder. Bitkide ilerleyen vejetasyon dönemlerinde yaprak ayaları ve kılıflar azalış göstermektedir (Randhawa ve ark., 2015). Tane tam olum evresinde, dolayısıyla bitkinin hasat olgunluğuna girdiği evrede, selüloz miktarında meydana gelen artış sindirilebilirliği ve dolayısıyla yem kalitesini düşürmektedir (Cherney ve Marten, 1982b). Araştırmacılar hücre duvarı konsantrasyonunun arpada 490, yulafta 571, tritikalede ise 472 g/kg olarak saptandığını bildirmişlerdir. Tane dolum evrelerinden fizyolojik tam olum dönemine kadar, taneler protein ve sindirilebilir nişasta benzeri yapılar ile dolar (Baron ve ark., 2014). Tritikale tane dolum süresi, diğer tahıl cinsi arpadan yaklaşık 21 gün daha uzun olup, nişasta ve mekanizma yapısı aynıdır (Baron ve ark., 2012).

Tane olgunlaşma evrelerinden sarı (hamur) olgunlaşma evrelerinde yapılan araştırmada, bazı tahıl cinslerinde nişasta miktarının arpada 150 g/kg, tritikale de 120 g/kg, yulafta ise 90 g/kg olduğu saptanmıştır (Baron ve ark., 2012). Bu durum, araştırmacılara tritikale tane dolumunun arpadan yaklaşık 3 hafta daha uzun sürdüğünü göstermektedir. Fizyolojik tam olgunluk dönemi

öncesinde, bitkilerin sarı (hamur) olgunlaşma evrelerinde yem amaçlı yapılan hasatlarda tritikale genotiplerinin ortalama sindirilebilirlik değerleri; yaprak ayası 660 g/kg, çiçek salkımı 622 g/kg ve gövde 520 g/kg olarak belirlenmiştir (Bilgili ve ark., 2009). Tritikalede yaprak ayasının artırılması, gövde yapısının azaltılması neticesinde tüm bitki sindirilebilirliğinin artacağı düşünülmektedir. Ancak, oluşacak zayıf gövdelerin başakları taşıyamayıp tane kaybını artıracığı göz ardı edilmemelidir. Araştırmacılar, tritikale genotipleri sarı (hamur) olgunlaşma dönemlerinde tüm bitki ağırlığının yaklaşık %10'luk kısmının yaprak ayasından oluştuğunu bildirmişlerdir (Randhawa ve ark., 2015).

Arpa, buğday, tritikale gibi tahıllarda kılçıklılık durumu ve lif yüzdesi genotiplerin genetik yapılarına göre değişiklik göstermektedir. Bitkide sap oranı %7.3-17.9 arasında değişmektedir. Tahıl cinsleri arasında, özellikle arpada başaklanma öncesi bazı çeşitlerin standart boydan daha düşük olduğu, orta sarı (hamur) olgunlaşma döneminde ise arpa boylarındaki farklılıkların önemsiz olduğu saptanmıştır.

Karışık bitki üretimleri, verimlilik ve kalite açısından önemli işlemlerdir. Birden fazla bitki ekimi sırasında, ekim öncesinde karışım oluştururken bitkilerin birbirleriyle etkileşimi ve rekabet güçleri mutlaka dikkate alınmalıdır. Farklı lokasyonlarda gerçekleştirilen araştırmalarda, araştırmacılar kanola ve bazı bitkiler ile farklı tahıl cinslerini karışım yaparak gerçekleştirdikleri üretimlerde tahılların baskınlık seviyelerinin; arpa, çavdar, tritikale ve buğday şeklinde sıralandığını bildirmişlerdir (Harker ve ark., 2011). Farklı araştırmacılar, tahıl cinsleriyle tarla bezelyesi (*Pisum sativum* L.), baklagiller (*Vicia faba* L.), fiğ (*Vicia* spp.) gibi bitkiler ile karışık ekim gerçekleştirmiştir (Berkenkamp ve Meeres, 1987; Baron ve ark., 1992; Jedel ve Helm, 1993; Jedel ve Salmon, 1994; Abdelkader ve Zeghida, 1996; Aasen ve ark., 2004). Karışımlar yem üretiminde verimlilik ve kalite açısından son derece önemlidir. İki grubun karışık ekiminde bitkilerarası etkileşimin olumlu olması ve istenilen sonucun elde edilmesi, her iki grubun yalnız ekiminde elde edilen verim ortalamalarına ya da yüksek verimli olan bitkiden hafifçe daha düşük verimlilik oluşturulmasına bağlı olarak, karışık ekimde seçilen bitki gruplarının doğru tercih edildiğini ve gerekli miktarda tohum oranlaması yapıldığını göstermektedir.

Tahıllar ile baklagil bitkilerinden oluşan karışımlar, yüksek protein miktarına sahip kaliteli yemler oluşturur (Chapko ve ark., 1991; Carr ve ark., 2004). Baklagillerin toprağa azot bağladıkları düşünüldüğünde, sonraki ekimlerde azot kullanımı azalacaktır (Carr ve ark., 2004). Arpa ve yulaftan daha az rekabetçi olan tritikalenin, baklagiller ile karışımlarında tek üretimden daha az verim elde edilmiştir (Berenkamp ve Meeres, 1987). Araştırmacılar, arpa, yulaf, tritikale tahıllarının baklagil türleri ile 1:1 oranında karıştırılmasıyla, tahıl monokültüründen daha yüksek verim elde edildiğini ve kuru madde miktarlarının; arpa %46, yulaf %46, tritikalede ise %50 olarak saptandığını bildirmişlerdir (Jedel ve Helm, 1993). Tritikale, arpa ve yulaf çeşitleri arasındaki karışımlardan özellikle protein kalitesi yüksek verimli rasyonlar elde edilmiştir (Jedel ve Salmon, 1994; Juskiw ve ark., 2000). Tritikale ve çavdar karışık ekimlerinden elde edilen sonuçlar, çavdar tekli üretim ile kıyaslandığında daha düşük verim ve yem kalitesi göstermektedir (Juskiw ve ark., 2000).

2.3. Tritikalenin Agronomik Özellikleri

Tritikalede erkencilik, metrekarede bitki sayısı, 1000 tane ağırlığı, başakta tane sayısı, tek başak verimi, bitki boyu, başak boyu, hasat indeksi, saman mukavemeti, tane verimi gibi agronomik özelliklerin yüksek olması, ekonomik olarak kârlılığı artıracaktır. Belirtilen agronomik özellikler arasında 1000 tane ağırlığı, saman verimi, başakta tane sayısı, hasat indeksi ve tane ağırlığı temel verim komponentleridir (Randhawa ve ark., 2015). Geliştirilen ilk tritikale çeşitleri genellikle cılız taneli, düşük verimli, uzun boylu ve yatmaya duyarlıdır. 2000’li yılların başlarından itibaren tritikale ıslah çalışmalarında daha kısa boylu, hasat indeksi ve tane veriminde iyileştirmeler yapılmıştır (Oettler, 2005). Lokasyonlardaki adaptasyon ve vejetasyon dönemindeki iklim faktörlerinin önemli etkisi dikkate alındığında, bazı tritikale çeşitlerinin buğdaydan daha fazla tane verimi gösterdiği saptanmıştır (Randhawa ve ark., 2015). Yapılan araştırmalarda araştırmacılar, CIMMYT ıslah alanlarındaki materyallerin tritikale ıslahında görülen ilerlemeleri tespit etmek için önemli çalışma alanları olduğunu bildirmişlerdir (Blum, 2014). Özellikle bahsedilen kuruluşun ıslah programındaki tritikale genotiplerinin geniş adaptasyon yeteneğine ve verim artışına sahip olması, çeşitlerin talep gören bir

tür olma yolunda ilerlemesini sağlamaktadır (Fox ve ark., 1990). Josephides (1993), Kıbrıs'ta 23 farklı lokasyonda gerçekleştirdiği çalışmada, tritikalenin sert buğday ve arpadan daha yüksek performans gösterdiğini saptamıştır. Benzer araştırmalar CIMMYT uluslararası kuruluşunda da yapılmakta olup, Kıbrıs'taki araştırma ile benzer sonuçlar elde edilmiştir (Reynolds ve ark., 2002, 2004). Yüksek tane verimiyle birlikte tritikale çeşitlerinde yüksek yem verimi de saptanmıştır. Tritikalenin birçok agronomik parametresinde, bitkinin vejetasyon süresi boyunca gerçekleşen iklimsel durumların etkisi yüksektir. Başaklanma sürecinde görülen yüksek sıcaklık artışlarının tane verimini buğdaya kıyasla daha fazla olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Özellikle vejetasyon süresi kısa olan ve bu nedenle erkenci tritikale çeşitlerinin tercih edildiği Batı Kanada'da, yazlık tritikale verim araştırmalarında buğdaya kıyasla %10 daha yüksek değerler saptanmıştır (Randhawa ve ark., 2015). Motzo ve ark. (2013), geççi tritikale ve sert ekmeklik buğday genotipleriyle gerçekleştirdikleri kuraklığa dayanıklılık çalışmasında, tritikale genotiplerinde kaydadeğer bir verim azalması tespit edilmediğini bildirmişlerdir. İspanya'da yapılan araştırmalarda ise, araştırmacılar hayvan yemi ve tane veriminde yüksek değerler saptadıklarını bildirmiştir (Estrada-Campuzano ve ark., 2012). Bu durum, tritikale kanopisinin daha fazla güneş ışığından faydalanabilmesiyle açıklanabilir. Tritikale kanopi yapısı, biyokütle ve tane verimindeki pozitif korelasyonun nedenidir. Macaristan'da yapılan benzer bir araştırmada, tritikale genotiplerinin buğdaya kıyasla daha verimli olduğu ve bitkinin su isteğinin yüksek olduğu kurak dönemlerdeki lokasyonlara daha fazla uyum sağladığı saptanmıştır (Bona, 2004). Tritikalede kanopi kısmının güneş ışığından optimum faydalanması, besin elementlerini daha iyi alabileceği toprak yapısı ve su ihtiyacının karşılanması durumunda, özellikle hasat indeksinde artış olmaktadır. Hayvan beslenmesi sırasında, kaba kılçıklılık bitkinin olumsuz özellikleri arasında yer almaktadır. Kaba kılçıklılık, özellikle hayvan yemi olarak kullanılması amacıyla kurutulması işlemi sonrası beslenme sırasında sorun oluşturabilir (Salmon ve ark., 1996). Azaltılmış kılçıklılık tritikale ıslah programları Kanada Tarla Bitkileri Geliştirme Merkezi'nde başlamıştır. Yazlık buğdaylardan RL4137 genotipinden azaltılmış kılçıklılık ve çimlenme direnci, yazlık ve kışlık tritikale çeşitlerine aktarılmıştır. Bu özelliklerin daha baskın hale getirilmesi amacıyla geri melezlemeler yapılarak Bobcat gibi bazı tritikale çeşitleri geliştirilmiştir. Belirtilen kaliteli hatlar ebeveyn olarak kullanılarak

Luoma, Metzger, Bunker, Tyndal, Taza (yazlık) tritikale çeşitleri geliştirilmiştir. Özellikle un kalitesinde önemli bir faktör olan düşme sayısı parametresi bakımından Bobcat ve Metzger, kontrol çeşidine kıyasla daha yüksek değerlere sahiptir.

Kalite açısından tritikale, insan beslenmesi bakımından belirli oranlarda paçal olarak kullanılmakta olup, un kalitesinin azlığından dolayı insan beslenmesinde kullanımı sınırlıdır. Tritikale ve diğer tahıl cinslerinde yetiştiriciler, ürün işleme yapan bireyler ve ürünlerin tüketiciye ulaşmasını sağlayan kesimler, ürünlerin talep edilen özelliklere sahip olmasını amaçlamalı ve belirtilen doğrultuda stratejiler geliştirmelidirler.

Tritikale, yeşil aksamının yanı sıra tanesi de %90-95 oranlarında hayvan beslenmesinde yem olarak rasyonlara katılmaktadır (Randhawa ve ark., 2015). Biyoetanol ihtiyacının karşılanmasında da etkili bir bitkidir. Tritikalede son kullanım kalitesinin artırılması için un kalitesi geliştirilmelidir. Belirtilen hususta yapılacak iyileştirmeler, çeşitli ıslah programları, doğru veya analitik yöntemler şeklindedir. Çeşitli ıslah programları doğrultusunda bazı verim ve kalite parametrelerinde iyileştirmeler yapılsa da özellikle insan beslenmesi amacıyla belirlenen kalite parametrelerinde istenilen sonuçlar sağlanmamıştır. Ekmek yapım kalitesinde önemli parametreler arasında bulunan protein miktarı ve kalitesi, yaş-kuru gluten, gluten indeksi, düşme sayısı tritikale tanesinde istenilen değerlerden uzaktır. Bu nedenle insan beslenmesi sırasında tritikale unundan üretilen ürünlerden istenilen sonuçlar alınamamaktadır.

Tritikalede insan beslenmesi bakımından kalite parametrelerinden istenilen sonuçların alınamamasının en önemli nedenleri; gen yapısının karmaşık ve yeterince anlaşılabilmesi, gen havuzunun kapsamlı ve zengin olmaması, farklı türlerin melezlenmesinden meydana geldiğinden dolayı desinapsis, salınım vb. olumsuz kromozomal davranışların olmasıdır.

Tritikale yetiştirme programları sırasında hektolitre ağırlığının artırılması amaçlanmaktadır. Böylece, özellikle un verimi ve kalitesi bakımından önemli bir ilerleme kaydedilecektir. Tritikalenin hektolitre ağırlıkları, gerçekleştirilen ıslah çalışmalarıyla buruşuk tane yapısı azaltılmasına rağmen, buğdaylardan daha düşük çıkmaktadır. Tritikale

genotipleriyle Arjantin’de gerçekleştirilen araştırmalarda araştırcılar, hektolitre ağırlıklarının 60-72 kg/hl arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir (Aguirre ve ark., 2002). Hektolitre ağırlığıyla protein miktarı arasında negatif bir korelasyon olduğu bilinmektedir. ABD’de 22 tritikale genotipiyle yapılan çalışmada araştırcılar, hektolitre ağırlıklarının 68.3-75.0 kg/hl arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir (Randhawa ve ark., 2015). Tritikalede hektolitre ağırlığı üzerindeki genetik faktörlerin kalıtım derecesi olarak etkisi, Barnett ve ark. (2006)’a göre yaklaşık 0.63-1.05 arasında değişmektedir. Yapılan ıslah çalışmaları doğrultusunda hektolitre ağırlığındaki pozitif yönde iyileşme, Schori ve ark. (2007)’nin İsviçre’de gerçekleştirdiğı 18 yıllık çalışma sonunda yaklaşık 7 kg/hl artış ile gerçekleşmiştir. Belirtilen araştırmada görülen ilerleme, genetik çeşitliliğin ve zenginliğin (gen havuzu vb.) gerçekleştiğini fakat farklı türlerin melezlenmesinden kaynaklı desinapsis, tekli kromozom yapısı, bölünme sırasındaki uzun salınımlar, kromozom sayısındaki dengesizlik vb. hususların ıslah çalışmalarında istenilen sonuçlara ulaşım hızının yavaşlamasına neden olduğunu göstermektedir.

Un veriminin artırılması istenilen bir özellik olup, hektolitre artışıyla doğru orantılı olarak değişiklik göstermektedir. Un verimi, kompleks bir özellik olduğu göz önünde bulundurularak artırılması çalışmalarında genetik ve çevresel birçok faktör ve bazı özelliklerin performansı dikkate alınmalıdır. Un verimi artışı planlaması sonrasında kalite parametreleri de dikkate alınmalıdır. Sullivan ve ark. (2007), hektolitre ağırlığının artışıyla un veriminin yükselmesi gerçekleşirken, tanedeki nişasta miktarının artışından dolayı protein miktarının oransal olarak azaldığını saptamışlardır. Dennett ve Trethowan (2013), un verimiyle tane sertliğı, kül içeriğı arasında negatif, önemsiz korelasyon saptamışlardır. İnsan veya hayvan beslenmeleri sırasında kullanılacak tritikale materyallerinde fabrikasyon işlemleri sırasında istenilen şekillerde işlemler yapılabilmesi bakımından tane sertliğı önemlidir. Tritikale bitkisinin tane yapısı genellikle ebeveynlerinden çavdarın yumuşak, buğdayın ise sert veya yumuşak tane yapısından etkilenmektedir. İlave olarak kromozomal aktiviteler sırasında gerçekleşen olumsuzluklar, tanelerin buruşukluk durumu ve yumuşak olmasının nedenleri arasındadır.

Tane sertliğinin belirlenmesinde bazı alet-ekipmanlar ile derecelendirme işlemleri gerçekleştirilebilir. Li ve ark. (2006) heksaploid tritikale

genotipleriyle gerçekleştirdikleri araştırmada tane sertliklerinin 8.6-83.9 arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Tane sertliğinde etkili genler arasında bulunan R genomundaki secaloidine ve diğer kısımların tanede sertliği artırabileceği saptanmıştır (McGoverin ve ark., 2011).

Bin tane ağırlığı, çoğu tahıl cinslerinde temel verim komponentleri arasında yer almakta olup, tane boyutları da önemli verim parametrelerindedir. İslahçılar, Doğu Avrupa gibi farklı bölgelerde gerçekleştirdikleri tritikale ıslah çalışmalarında bin tane ağırlığı performansının yüksek seviyede kalıtım yoluyla ebeveyn genotiplerden geçtiğini ($h=0.85$) bildirmişlerdir (Gowda ve ark., 2011). Macaristan'da 144 tritikale hattıyla yapılan çalışmada araştırmacılar bin tane ağırlıklarının 27-62 g arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir (Bona, 2004). Bin tane ağırlık ile ilgili ıslah çalışmalarında ebeveyn hatların yüksek bin tane ağırlık performansına sahip olması, geliştirilen hatlardaki bin tane ağırlığın yüksek çıkma olasılığını artırırken protein oranını azaltabileceği vurgulanmıştır (Ukalska ve Kociuba, 2013). Yüksek tane verimindeki tritikaleler, tanelerin nişasta oranı fazla olduğundan dolayı biyoetanol sanayisinde talep edilen bitkilerdir.

2.4. Biyotik ve Abiyotik Stres Faktörlerine Dirençlilik

Tritikalede biyotik ve abiyotik stres faktörleri değişkenlik göstermektedir. Belirtilen stres faktörleri nedeniyle verimde, dolayısıyla üretimde azalmalar gerçekleşeceğinden, üretim miktarının negatif etkilenmemesi veya etki seviyesinin azaltılması amacıyla çeşitli dirençlilik özelliklerinin geliştirilmesi için tritikale ıslah programları gerçekleştirilmiştir. Tritikaleyle ilgili yapılan ıslah çalışmalarında, çavdardan alınan dayanıklılık genleri dirençlilik seviyesini artırmaktadır. Ancak, tritikalede başak yanıklığı, yaprak lekeleri gibi hastalıklar verim kayıplarına ve ekonomik zararlara yol açmaktadır. Tahılların mikotoksinlerden (örneğin deoksivalenol) olumsuz etkilenmesi, bu tahılların insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmasını kısıtlamaktadır. Mikotoksinlerin olumsuz etkilerine karşı hastalık faktörlerini ortadan kaldırmak, etkili metodolojilerden biridir (Anderson, 2007). Tritikalede bahsedilen hastalıklara dirençlilik, çok sayıda gen tarafından sağlanmakta olup, çevresel faktörlerin etkisi de büyüktür. Yapılan çalışmalarda araştırmacılar, çok sayıda tritikale hattından yalnızca birkaçının iyi seviyelerde

direnç gösterdiğini (Langevin ve ark., 2009; Randhawa ve ark., 2013), orta seviye direnç gösteren Pronghorn yazlık tritikale çeşidini referans aldıklarında ise çoğu hattın bu referans seviyesinin üzerinde olduğunu saptamışlardır. Tohumdan bulaşan hastalıkların, tohumdaki perikarp kısımlarının mukavemetinin zayıflığından kaynaklandığı Langevin ve ark. (2009) tarafından saptanmıştır. Özellikle mikotoksin kaynaklı hastalıklara karşı direnç sağlayan genetik kısımların belirlenmesi üzerine araştırmalar yapılmaktadır.

Genellikle çavdarda görülen, tritikaleyle aynı aileden olan ergot mantarı hastalıkları, tritikalenin de karşılaştığı önemli olumsuzluklardandır. Bu tür hastalıklar, tritikaleyle ilgili üretimin yaygınlaşmasını engellemektedir (Mergoum ve ark., 2009). Ergotlar yeterli miktarda olduklarında tritikaleyi kullanılmaz hale getirebilir. Ergotların çıkarılması veya diğer bulaşsız tritikale çeşitleriyle melezleme yapılması, etkinliğini azaltacak ya da tamamen ortadan kaldıracaktır. Ergot hastalığına karşı dayanıklılık bakımından tritikale yeterli genetik donanıma sahip olup (Randhawa ve ark., 2013), hastalığa dirençli çeşitler geliştirilmiştir (McLeod ve ark., 2012; Beres ve ark., 2012; Randhawa, 2014).

Tritikalede yaprak lekesi hastalıkları önemli ekonomik hasara neden olmaktadır. Özellikle *Septoria tritici* ve *Stagonospora nodorum* önemli türleridir. Bahsedilen hastalık türlerinin görülme sıklığı, ülkelere ve bölgelere göre değişiklik göstermektedir. *Septoria tritici* ve *Stagonospora nodorum* kaynaklı hastalıklarda, ekim nöbeti uygulaması yapılmadığı takdirde ve serin iklim tahıllarından tritikale, buğday veya arpa gibi bitkilerden sonra tarlada yetiştirilirse, hastalığın görülme olasılığı ve şiddeti daha da artacaktır. Gerçekleştirilen ıslah çalışmaları doğrultusunda bazı tritikale çeşitlerine yaprak lekesi direnci kazandırılmış, ancak istenilen seviyeye ulaşılamamıştır. Ayrıca, yaprak lekesi hastalığına karşı işlev gören genetik kısımlar, lokuslar ve gen tabanları ayrıntılı olarak belirlenmemiştir. Bu durum, sorunun net bir şekilde çözülmesini zorlaştırmaktadır (Lelley, 2006).

Abiyotik stres koşullarında tritikale, buğday ile kıyaslandığında daha dayanıklı olduğu saptanmıştır. Tüm tahıllarda olduğu gibi tritikale de soğukluk, kuraklık gibi çevresel faktörler ile toprağın asidikliği, tuzluluğu, makro ve mikro besin eksiklikleri, ağır metal toksisiteleri gibi sınırlandırıcı faktörlere

maruz kalmaktadır. Tritikale, bu olumsuzluklara karşı güçlü bir adaptasyon kabiliyetine ve yüksek verimliliğe sahiptir. Tritikale çeşitleri geliştirildikçe, istenilen performansa yaklaşılmaktadır. Marjinal alanlardaki performansı, diğer tahıl cinslerine göre yüksektir (Mergoum ve ark., 2009). Polonya gibi bazı ülkelerdeki yüksek toprak asitliği oranı yaklaşık %60 civarındadır. Belirtilen olumsuz durumlarda tritikale, diğer tahıl cinslerine göre verim ve biyokütle bakımından daha yüksek potansiyel göstermektedir (Lelley, 2006). Abiyotik stres faktörlerine dirençlilikte istenilen sonuçların alınamamasındaki diğer bir faktör, çevresel etkileşimler ile genetik yapının netleşmeyip karmaşık olmasıdır.

2.5. Gelecekte Tritikale Bitkisindeki Olası Gelişmeler

Tritikale bitkisi, diğer bazı tahıl cinslerine kıyasla çeşitli stres koşullarında daha yüksek performans göstermektedir. Gelecekte tritikale ile ilgili yapılan çalışmalarda, biyotik ve abiyotik stres koşullarında bitkinin verim ve kalitesinin yüksek olması ve yıllara göre belirtilen parametrelerdeki değişimin stabil olarak devam etmesi amaçlanmalıdır. Verim ve kalite performansının artırılmasında gübreleme gibi bakım işlemlerinin de özel ve önemli bir yeri vardır. Tohumluk üretiminde ise temiz, âri, tane ağırlığı yüksek ve bulaşsız tohumluk kullanımı, verimliliğin artırılmasını sağlayacaktır.

Tritikale, ebeveyn bitkileri olan buğday ve çavdarın kalite özelliklerini taşımaktadır. Kromozom ve kromozom kollarındaki kalite ile korelasyonu bulunan kısımların net olarak belirlenmesi, tritikale kalite artış çalışmalarının daha etkili gerçekleşmesini sağlayacaktır. Biyoetanol üretiminde kullanılacak tritikalelerin istenilen özellikler doğrultusunda ıslah programlarının gerçekleştirilmesi ve yeni teknolojik alet-ekipmanlar ile biyoetanol elde edilmesi, verimliliği ve dolayısıyla üretim miktarını artıracaktır.

Çavdar ve buğday melezlemeleriyle tritikale elde edilirken, tritikalelerin geri melezlenmesi, teksel ve toplu seleksiyonu, tritikalenin çavdar veya buğday ile tekrar melezlenmeleri yapılarak bitkinin genetik tabanı geliştirilmeli ve gen havuzu zenginleştirilmelidir. İstenilen sonuçların elde edilmesinde moleküler analizlerin daha yaygın kullanımı, tritikale ıslah çalışmalarında istenilen sonuçların elde edilmesine yardımcı olacaktır. Tritikale ıslah çalışmalarında

çift haploid ve genomik ıslah yöntemlerinin kullanılması, elde edilecek sonuçlarda başarı olasılığını artırmaktadır. Gelecekte de bahsedilen yöntemlerin ıslah programlarında yaygın olarak kullanılması kuvvetle muhtemeldir. Farklı yöntemlerin ıslah programlarında uygulanması, elde edilecek çeşitlerin performansını artırmanın yanı sıra, ıslah süresini de kısaltacaktır. Islah süresinin kısaltılması ve istenilen sonuçların daha hızlı elde edilmesi için bitki yetiştirme programlarında çift haploid bitkiler kullanılmaktadır.

Tritikale bitkisinin, farklı cins ebeveynlerden kaynaklanan kromozom kararsızlıkları, tekli kromozom yapısı, salınım gibi olumsuzluklar, ıslahçı ve üretici bakımından önemli problemlerdir (Baier ve Gustafson, 1996). Ancak yapılan ve yapılacak olan ıslah-yetiştirme programlarıyla bu olumsuz durumlar ortadan kaldırılacaktır. Çift haploid hatlar, genetik haritalamanın oluşturulması ve genetik dizileme çalışmalarında büyük katkı sağlayacaktır. Son yıllarda, bir çok bitkide gen dizileme yöntemiyle gen dizileme teknolojisinde büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Islah sırasında, genotiplerin özelliklerinde hangi gen bölgelerinin etkili olduğu, gen-spesifik tek nükleotid polimorfizm (SNP) ile saptanabilir. Bu durum, incelenen verim ve kalite özelliklerinde etkili gen bölgelerinin tanımlanmasını sağlayacaktır. Sadece haritalama değil, aynı zamanda saptanan gen bölgelerinin ıslah programlarında ileri nesillerde verdikleri tepkiler de takip edilecektir. Böylece, ebeveynlerin üstün performans ve istenilen seviyeye ulaşması, gerçekleştirilecek melezlemeler sonucunda elde edilecek jenerasyondaki başarı olasılığı tahmin edilecek, istenmeyen jenerasyon oluşumları ortadan kaldırılacak, zaman tasarrufu sağlanacak ve seleksiyonda başarı olasılığı artırılacaktır. Ayrıca, çeşit geliştirme işleminin başarılı sonuçlanması sağlanacaktır (Randhawa ve ark., 2015).

Belirtilen sistemler, farklı tahıl cinslerinde kullanılmakta olup, tritikale ıslah ve yetiştirme programlarında da uygulanmaktadır. Geleneksel ıslah yöntemlerinin yeni tekniklerle birleştirilmesi, tritikale yetiştiriciliği ve ıslahında istenilen sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır.

3. TRİTİKALE ISLAHI

3.1. Tritikale Sitogenetiği

1760 yılında türler arası doğal melezlemeler yoluyla yeni bir türün ortaya çıkabileceği konusu Linnaeus tarafından vurgulanmış olup, 1888 yılında doğal tritikale bitkisi Wittmack tarafından tespit edilmiştir. 1925 yılında *N. glutinosa* ($2n=24$) x *N. tabacum* ($2n=48$) arasında ilk yapay melezleme gerçekleştirilmiş ve *Nicotiana digluta* ($2n=72$) geliştirilmiştir (Clausen ve Goodspeed, 1925). 1927 yılında *Raphanus sativus* x *Brassica oleracea* melezinin kromozom katlaması sonucunda *Raphanobrassica* ortaya çıkmıştır (Karpechenko, 1927). Aynı yıllarda istenilen primerlerin ayrılması ve ilave edilmesini sağlayan kolkisinin keşfedilmesiyle ıslahçılar kromozom katlamasıyla yeni türlerin bulunması ve geliştirilmesi aşamalarında önemli bir noktaya geldiler (Blakeslee, 1937; Eigsti, 1938; Guedes-Pinto ve ark., 2012). Bahsedilen tarihlerden itibaren türüçi ve türlerarası melezlemeler gerçekleştirilmektedir. 1930'lu yıllarda yapay buğday x çavdar melezlemeleri sırasında oluşturulan ($2n=8x=56$) oktaploid bitkiye tritikale terimi belirtilmiştir (Lindschau ve Oehler, 1935). 1936 yılından itibaren tritikale isminin kullanılması konusu sitogenetikçiler tarafından genel kabul görmüştür (Müntzing, 1936). Yapılan araştırmalarda pek çok yapay türlerarası melezlemeler gerçekleştirilmiş olsa da uzun yıllardır elde edilen başarılı bitki tritikale olarak belirtilmiştir (Gupta ve Reddy, 1991).

Tritikalelerde oktaploid, hekzaploid ve tetraploid yapılar bulunmaktadır. Oktaploidler $2n=8x=56$ kromozom sayısına sahip olup, AABBDDRR genom yapısındadırlar. Hekzaploid buğdaylar $2n=6x=42$ kromozom sayısında, AABBDD genom yapısındadırlar. Belirtilen oktaploid tritikaleler, hekzaploid buğdaylar ile çavdar melezi genomların ikiye katlanması şeklinde geliştirilmiştir. Hekzaploid tritikaleler $2n=42$ kromozom sayısında olup, AABBRR genomlar içermektedir. Durum buğday ($2n=4x=28$; AABB) x çavdar ($2n=14$; RR) melezleme sonucunda geliştirilmiştir.

Oktaploid tritikalelerin geliştirilmesi ve ıslahı konularında araştırmacılar çok sayıda çalışmalar gerçekleştirmiş (Müntzing, 1936; 1939; 1948; 1957; 1963; 1966; 1972; 1975) olup, elde edilen sonuçlar ideal olmayan marjinal tarımsal alanlara toleranslı olduğu, buğdaydan daha yüksek verim elde edildiği

fakat ideal tarım alanlarında buğdaydan yaklaşık %20 ile %30 arasında daha düşük verim elde edildiğini bildirmişlerdir. Hastalıklara ve soğuğa karşı dayanıklı, tanede yüksek protein içeriği bulunmaktadır (Guedes-Pinto ve ark., 2012). Oktaploid tritikalelerde ıslah sırasında nesillerde görülen kromozom anormallikleri, tane büzüşmesi, kaliteli topraklarda buğdaya kıyasla daha düşük verim vermesi, mayoz bölünme sırasında kararsızlık kaynaklı salınım, tanelerde endosperm oluşumu sırasında görülen mitoz arızaları v.b olumsuz nedenler araştırmacılar tarafından ploidi seviyelerinde değişikliğe gidilerek düzeleceği fikrinin hakim olmasını sağlamıştır (Krolow, 1962; 1963; Pieritz, 1966; Krolow, 1969; Weimarck, 1973; 1975a; 1975b).

Oktaploid seviyedeki tritikalelerde görülen sorunların çözümü amacıyla makarnalık buğday ile çavdar melezlenmesi sonucunda ilk hekzaploid tritikaleler geliştirilmiştir (O'Mara, 1948; 1953). İspanya'da araştırmacılar hekzaploid tritikale ıslah programı başlatmış olup, ilk ıslah programı niteliği taşımaktadır. Gerçekleştirilen ıslah programında "Cachirulo" çeşidi geliştirilmiştir (Sanchez-Monge, 1969). Elde edilen hekzaploid tritikale ile yapılan çalışmalar oktaploid tritikalelerde görülen sorunların kısmi olarak çözüldüğünü bazı olumsuzlukların devam ettiğini göstermektedir. Ancak bilim insanları kromozom sayısının daha az olmasının problemlerin giderilmesini kolaylaştıracağı hususunda hemfikirdi. Özellikle hekzaploid tritikalelerde kromozom stabilitesinin sağlanması optimum ploidi seviyesinin hekzaploid olduğunu düşünüyorlardı (Sanchez-Monge, 1956; 1958; Krolow, 1962; 1963; Kiss, 1966a,b; Pissarev, 1967; Sanchez-Monge, 1968; Kiss, 1971). Tanede büzüşmenin yüksek oranda giderilmesi hekzaploid tritikaleler açısından olumlu bir özelliktir. Özellikle hekzaploid tritikalelerin oktaploid tritikalelerde görülen tüm olumsuzlukları gidermemesi hususu araştırmacıları tritikalelerin genel bazı olumlu ve önemli özelliklerin ön plana çıkarılarak popülerliğini korumasına yönelik temennilere yöneltti. Ancak ıslah çalışmaları sonucunda bazı olumsuz özelliklerin hekzaploid tritikalelerde giderilmesi umutlarını artırdı ve yaklaşık 40 000 hektarlık alanlarda tritikale ıslahı yapılmaya başlanmıştır (Kiss, 1971).

Hekzaploid tritikalelerin oktaploidlere göre daha iyi olduğu belirlenmesinin ardından oktaploid tritikalelere üreticiler tarafından talep azaldı. Fakat oktaploid tritikaleler ıslahçılar tarafından hekzaploid tritikalelerin geliştirilmesi amacıyla kullanımı gerçekleştirilmesinden dolayı talep

edilmektedir. İlave olarak birçok araştırmacı yeni geliştirilen buğday ve çavdar bitkilerinde bulunan gen yapılarının tritikale için önemli bir gen kaynağı olduğunu bildirmişlerdir (Guedes-Pinto ve ark., 1984a; 1990). Oktaploid tritikale çeşitlerinden hekzaploid tritikale çeşitlerine geçiş süreci en uzun Çin Halk Cumhuriyeti'ndeki çiftçiler tarafından gerçekleştirilmiştir (Bao, 1984).

Tritikale ıslahında oktaploid, hekzaploid seviyelerinde ıslah çalışmaları yapılmakta olup, dekaploid ve tetraploid tritikale çalışmaları da gerçekleştirilmiştir. Dekaploid ve tetraploid tritikalelerin özellikleri detaylı olarak incelendi. 1950'li yıllarda hekzaploid buğday ile çavdar melezlenmesinde kromozomların ikiye katlanması sonucu oluşan oktaploid tritikalelerin çavdarla tekrar melezlenmesi sonrasında kromozomun ikiye katlanmasıyla geliştirilmiştir (Müntzing, 1955). Bahsedilen ploidi seviyelerindeki tritikalelerde oluşturulan nesillerde düşük verimlilik, mayoz bölünme sırasında ve kromozom sayılarında düzensizlikler saptanmıştır.

Tetraploid olarak 1970'li yıllarda geliştirilen tritikaleler ilk zamanlarda yüksek bir popülariteye sahiptir. Fakat çözülmesi gereken kromozom kararsızlıkları ve mayotik düzensizlikler bulunmaktaydı. Bu durum bir çok araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak incelendi (Briggle, 1969; Tsuchiya, 1969; Kaltsikes, 1974; Scoles ve Kaltsikes, 1974; Muntzing, 1979; Gustafson, 1982; Gupta ve Priyadarsham, 1982; Lukaszewski ve Gustafson, 1987). Araştırmacılar mayotik düzensizliğin ve kromozom kararsızlıklarının başlangıcından itibaren farkında olup, türlerarası melezlemelerde ve kromozom katlanmalarının gerçekleştirildiği ıslah çalışmalarda yüksek olasılıkla görülen durumdur. Önemli bir diğer unsur ise farklı türlerden gelen bazı gen yapılarının bitkideki bazı özelliklerin üzerinde gerçekleştirdiği uyumsuzluk nedeniyle optimum işlevsellik sağlanamamaktadır. Tritikalelerdeki mayotik kararsızlıkta çevresel faktörlerin etkileri araştırmacılar tarafından incelenmiştir (Boyd ve ark., 1970; Thomas ve Kaltsikes, 1972).

Bazı araştırmacılar yapılan araştırmalarda tritikale ploidi seviyesinin mayotik düzensizlikle doğru orantılı gerçekleştiğini saptamış olup, kromozom sayıları artışının mayotik düzensizlikleri olumsuz etkilediğini bildirmişlerdir (Müntzing, 1955). Farklı araştırmacılar oktaploid tritikale genotiplerinde hekzaploid tritikale genotiplerine göre mayotik düzensizliğin daha yüksek

olduğunu bildirmişlerdir (Shkutina ve Khvostova, 1971). Mayotik kararsızlığın artışıyla ilgili ploidi seviyelerinin yükselmesi düşüncesini destekleyen daha fazla çalışmalara ve sağlam nedenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Belirtilen hususta aynı araştırmacılar farklı türdeki bitkilerin melezlenmesi sonrasında görülen uyumsuzlukların temel sebebi olarak çavdar kromozomları üzerindeki tek lokusların inaktive durumları olarak belirtmişlerdir. Özellikle buğday x çavdar veya tritikale x çavdar melezlemelerinde homolog kromozomların eşleşmesi sırasında uyumsuzluk nedeniyle tam eşleşme gerçekleşmez tek değerlikli tritikale nesilleri gelişmektedir (O'Mara, 1953; Müntzing, 1957; Sanchez-Monge, 1968; Riley ve Miller, 1970). Bu olumsuz durum bazı araştırmacılar tarafından sadece çavdar bitkisinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanmaktadır. Hekzaploid tritikaleler ve gerçekleştirilen melezlemelerle elde edilen genotipler üzerinde yapılan analizlerde mayoz bölünme sırasında son safha diyakinesise kadar bölünme ve eşleşmeler gerçekleşirken metafaz I evresinde bazı eşleşmelerin meydana gelmediğini bu durum belirtilen evredeki desinapsisin rolünü düşündürdüğünü bildirmişlerdir (Lelley, 1974). Ayrıca farklı araştırmacılar tek kromozomlar ve açık iki kromozomların hızlı bölünme, kiyazma veya desinapsis kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir (Chen ve ark., 1977; Jouve ve ark., 1977). Özellikle desinapsis normal sıcaklık aralıklarının üzerinde stabil bir değer gösterir.

Mayoz bölünme sırasında metafaz I evresinde tekli kromozomların (univalent) oluşumunda çeşitli teoriler öne sürülerek farklı faktörler ile açıklanmaktadır. Araştırmacılar buğday ile çavdar arasındaki genetik interaksiyonlara, mayoz bölünme süresine ve çavdar kromozomlarında görülen telomerik heterokromatin varlığına odaklanmışlardır.

Araştırmacılar tarafından mayotik bölünme evresinde özellikle kromozom eşleşmesi sırasında yüksek seviyede hücre kontrolünün sağlanmasında genotipin önemini araştırmışlardır (Riley ve Miller, 1970). Aynı araştırmacılar farklı tritikale genotipleriyle aynı çevresel koşullarda yetiştirilen tritikalelerde tekli kromozom sayılarının farklı olduğunu belirtmiş olup çevresel faktörlerin etkileşimlerinin olduğunu bildirmişlerdir. Fakat yapılan farklı çalışmalarda araştırmacılar durumun tam tersi olduğunu tekli kromozom yapılarının kalıtsal faktörler ile belirlendiğini farklı çevre koşullarında aynı tritikale genotiplerinin yetiştirilmesi sırasında tekli kromozom sayılarının yakın olduğunu

saptamışlardır (Berg ve Oehler, 1938; Müntzing, 1939). Bu durum tritikale kromozomlarında meydana gelen kararsızlıklarda genetik faktörlerin yüksek etkisini ortaya koymaktadır. Tritikalelerin yetiştirildiği sırada kromozomal kararsızlıkların artması durumu kromozom eşleşme yoğunluğunu azaltacak olup tekli kromozomların oluşumunu artıracaktır. Sürdürülebilirliği azaltan bu durumun bazı araştırmacılar tarafından poligenik bir etki olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar tarafından kromozom kararsızlıklarında poligenik etki olduğu düşüncesi buğday ve çavdar arasında genetik interaksiyon olduğunu netleştirmektedir (Lelley, 1974; Weimarck, 1975b; Jouve ve ark., 1977; Pohler ve ark., 1978; Rajora ve ark., 1979; Leney ve Larter, 1980; Guedes-Pinto ve ark., 1984a; Jung ve ark., 1985; Oettler, 1985; Charmet ve ark., 1986). Araştırmacılar, buğday ve çavdar ebeveyn hatlarının melezlenmesi sonucunda kromozomlarda oluşan farklı dozlarda etkileşimlerin kromozom kararsızlık seviyelerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir (Lacadena, 1967; Naranjo, 1978; Naranjo ve Palla, 1982; Jung ve Lelley, 1985a).

Araştırmacılar heksaploid tritikale oluşturulması sırasında kullanılan ebeveyn hatlardan buğday ve çavdar genotiplerinin tritikale üzerindeki sitolojik ve morfolojik etkileri incelemiş olup, çavdar x buğday melezlemelerinde tritikale üzerindeki farklı türlerden gelen poligenik dengenin bozulabileceğini bildirmişlerdir (Jung ve Lelley, 1985a,b; Jung ve ark., 1985). Farklı araştırmacılar tritikalelerde mayoz bölünme sırasında görülen kromozom kararsızlıklarını melezleme sırasında meydana gelen kromozom etkileşimlerini detaylı olarak değerlendirmişlerdir (Fominaya ve Orellana, 1988). Tritikale mayoz bölünme sırasında buğday-çavdar kromozom etkileşimlerinin tespit edilebilmesi amacıyla C-bantlama yöntemi uygulandı. Elde edilen sonuçlar kromozom kararsızlıklarında kromozom kompozisyonu yerine kromozom etkileşimlerinin daha etkili olduğu saptanmıştır (Galindo ve Jouve, 1989).

Araştırmacıardan elde edilen bilgiler doğrultusunda buğday ve çavdar melezlemesiyle oluşturulan tritikalelerde yetiştirilmesi sırasında mayoz bölünme sürecinde meydana gelen kromozom kararsızlıkları kaynaklı eşleşemeyen tekli kromozom taneleri çavdar kromozomlarındaki güçlü negatif etkileşimden kaynaklanmaktadır.

3.2. Genetik Uyumsuzluk

Tritikale ebeveyn hatları arasında meydana gelen genetik uyumsuzluk, melezleme sonrası oluşan tritikalenin yetiştiriciliği sırasında meydana gelen mayoz bölünmede kromozom kararsızlığı olarak karşımıza çıkmaktadır (Shkutina ve Khvostova, 1971). Bazı araştırmacılar, kromozom kararsızlıklarının nedenini, farklı ebeveyn türlerinin mayoz bölünme sürelerinin farklılık göstermesinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Bu araştırmacılar, buğday bitkisinin mayoz bölünme süresinin çavdar bitkisine göre daha kısa, tritikale bitkisiyle benzer, buğday bitkisinden daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmacılar, çavdarda mayoz bölünme süresinin 51 saat, heksaploid tritikalelerde 37 saat, oktaploid tritikalelerde ise 20 saat olarak saptandığını bildirmişlerdir (Bennett ve ark., 1971; Bennett ve Kaltsikes, 1973). Heksaploid tritikale mayotik kararsızlıklarının süre ile etkileşimlerinin olmadığını belirten araştırmacılar da bulunmaktadır (Roupakias ve Kaltsikes, 1977a).

Tritikalede öncelikli ve düzeltilmesi gereken problem, tane büzüşmesi kaynaklı buruşmuş taneler ve mayoz bölünme sırasında görülen kromozom kararsızlıklarından dolayı tekli kromozom yapısıdır. Yapılan çalışmalarda, bazı araştırmacılar tritikale bitkilerinde bahsedilen her iki olumsuz durumun çavdar kromozomlarındaki heterokromatin bloklardan kaynaklandığını bildirmişlerdir (Merker, 1975a; Merker, 1976a; Thomas ve Kaltsikes, 1976; Bennett, 1977; Gustafson ve Bennett, 1982). C-bantlama sistemleri, tritikale ve ebeveyn türlerinin kromozomlarının belirlenmesinde önemli bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Çavdar kromozomları telomerlerinde bulunan heterokromatin blokları, buğday kromozomları üzerinde interkalar pozisyonadadır. Araştırmacılar, çalışmalarında tritikale nesillerindeki çavdar kalıtımındaki kromozom yapılarını ve telomerik heterokromatin yapısını araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, sabit heterokromatin dağılımlarının gerçekleştiğini göstermektedir (Lukaszewski ve ark., 1987a; Lukaszewski ve ark., 1987b; Ziauddin ve Kasha, 1982; Varghese ve Lelley, 1983; Gustafson ve ark., 1983; Lukaszewski, 1986). Tritikale kromozomları içinde çavdar kalıtımını taşıyan kromozomların belirlenmesi amacıyla C-bantlama, floresan bantlama, FISH ve izozimler gibi yöntemler kullanılmıştır (May ve Appels, 1980; Jouve ve ark., 1986; Schlegel ve ark., 1986; Bernardo ve ark., 1988c; Schwarzacher ve ark., 1989; Heslop-Harrison ve ark., 1993; Cuadrado ve Jouve, 1994). Yapılan araştırmalar, çavdar

telomerik heterokromatinlerinin bazı istenmeyen özelliklerin kaynağını oluşturduğunu bildirmiştir. Özellikle anormal çekirdek oluşumu gözlemlenmiş olup, bu durum endosperm boşluklarının oluşmasına ve buruşuk tanelerin meydana gelmesine neden olmaktadır (Kaltsikes, 1974).

Yapılan çalışmalarda araştırmacılar, heterokromatin kaynaklı tekli kromozom yapısı ve anöploidi üzerindeki etkileri belirleme üzerine çalışmalar yapmışlardır (Roupakias ve Kaltsikes, 1977b; Schlegel ve ark., 1980; Soler ve ark., 1980; Naranjo ve Lacadena, 1982; Kaltsikes ve ark., 1983; Miazga ve Chrzastek, 1984; Schlegel ve Huelgenhof, 1985; Garcia ve ark., 1988). Tritikalede farklı bitki türleriyle gerçekleştirilen melezlemeler sonucu geliştirilen tritikale ve ebeveynlerindeki kromatin miktarı, etkileri ve seviyeleri araştırılmış olup, heterokromatin yokluğunda mayotik kararsızlığın düzelme eğilimi göstereceği bildirilmiştir (Bernardo ve ark., 1988a, b). Farklı araştırmacılar, tritikale 4R ve 6R kromozomları telomerlerinde heterokromatinli ve heterokromatinsiz birleşimi gerçekleştirildiğinde, heterokromatinsiz yapılan çalışmalarda kromozom kararsızlığının azaldığını saptamışlardır (Kaltsikes ve Gustafson, 1982). Belirtilen durum, tritikale geliştirmek amacıyla ıslah çalışmalarına başlandığında çavdar seçiminde telomerik heterokromatin bulunmayan genotiplerin seçilmesinin, geliştirilen tritikaledeki bazı özelliklere pozitif katkı sağlayacağını göstermektedir (Kaltsikes ve Gustafson, 1982; Bernardo ve ark., 1988a, b).

Tritikale geliştirme sırasında kullanılan çavdar bitkisinden geçiş sağlayan telomerik heterokromatinler nesillerde çeşitli varyasyonlara yol açmaktadır (Badaeva ve ark., 1986). Bu durum, ebeveyn hat olarak kullanılan çavdar bitkisinde telomerik heterokromatinlerin giderilmesi ya da ıslah sırasında başka bir bitki türü kullanımını indüklemektedir. Yapılan farklı araştırmalarda, araştırmacılar tritikale bitkisindeki çavdar telomerik heterokromatin içeriğindeki varyasyonların çevresel faktörlerden etkilenebileceğini belirtmişlerdir (Gustafson ve ark., 1985).

Çavdar kromozomlarındaki telomerik heterokromatin yapılarındaki farklı modellerin nesillere aktarım durumu, problemi daha da derinleştirmektedir. Telomerik heterokromatin yapıların özellikleri ve gösterdiği etkilerin net olarak belirlenebilmesi için moleküler, genetik ve sitogenetik araştırmalar

yapılmalıdır. Gerçekleştirilecek melezleme ve ıslah çalışmalarında elde edilen veriler, heterokromatinlerin moleküler yapısı hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmamızı sağlayacaktır (Heslop-Harrison, 1991). Hekzaploid tritikalelerin oktaploid tritikalelerin yerini alması sonucunda, oktaploidlerin gen kaynağı olarak kullanılması fikri araştırmacılar tarafından kabul görmüştür. Islahçılar tarafından gen havuzunun genişletilmesi hususunda yoğun bir faaliyet başlamıştır. Genellikle fiziksel, kimyasal ve sitogenetik araştırmalar gerçekleştirildiği için, gen tabanını genişletip gen havuzunu zenginleştirme fikri ön plana çıkmıştır (Giorgi, 1991; Wolski ve ark., 1991).

Heksaploid tritikalelerin farklı çavdar genotipleriyle melezlenmesi sonucu elde edilen nesillerde, mayotik kararsızlığın azaldığı ve ikili eşleşik kromozomların artış gösterdiği bildirilmiştir (Kiss ve Videki, 1971). Farklı türlerin melezlenmesi sonucunda elde edilen tritikale, ebeveyn hatlardan herhangi birinin sitoplazmasını taşır. Çaprazlamalar sırasında dişi ebeveyn hattın sitoplazmasının yeni genotipe taşınacağı göz önünde bulundurulduğunda, tritikaleler genellikle buğday ebeveyn türünden gelen sitoplazmayı taşırlar. Çekirdek ve sitoplazmanın uyum içerisinde birlikte çalışması, tritikalelerin farklı ploidi seviyelerinde geliştirilmesi sırasında dikkate alınan önemli bir konudur (Sisodia ve McGinnis, 1970).

Tritikalelerde farklı ploidi seviyelerinin agronomik özellikler üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, araştırmacılar hekzaploid buğday sitoplazmalı tritikalelerin, tetraploid buğday sitoplazmalı tritikalelerden daha yüksek agronomik özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir (Larter ve Hsam, 1973; Hsam ve Larter, 1974a,b,c). Farklı araştırmacılar, nükleer restorasyon ve ikame yöntemleriyle tritikalelerin meydana gelmesine yönelik ıslah programları gerçekleştirmişlerdir (Kihara, 1951). Aynı araştırmacılar, bahsedilen yöntemlerle farklı sitoplazmalı tritikalelerin üretilmesini sağlamışlardır. *Secale cereale* L., *Aegilops ovata* L., *Aegilops caudata* L. ve *Triticum timopheevi* gibi türler (Sanchez-Monge ve Soler, 1973; Sanchez-Monge, 1974; Sanchez-Monge, 1975) bahsedilen çalışmalarda kullanılmıştır.

Sitoplazmada meydana gelen değişikliklerle ilgili çalışmalar her zaman önemli olup değerini korumuştur. Özellikle sitoplazmada görülen değişiklikler erkek kısırılığına yol açabilir. Bu durum, erkek kısır hatların oluşumunu

sağlayarak hibrit tritikale tohum üretimi yolunu açabilir. Hibrit tohum üretiminde kullanılan bazı genotipler, erkek kısır heksaploid tritikale türlerinin geliştirilmesini sağlayabilir. Bu türler, *Aegilops* cinsinden ovata ve caudata, *Triticum* cinsinden ise timopheevi türleridir (Sanchez-Monge, 1975).

Farklı araştırmacılar gerçekleştirdikleri bir araştırmada, heksaploid buğdaylardan ekstraksiyon ile elde edilen AABB kromozom yapısına sahip tritikalelerin mayotik bölünme kararsızlıklarını giderdiğini bildirmişlerdir. Elde edilen sonuçlar, tetraploid buğdayların ebeveyn olarak kullanılacağı çalışmaların artırılmasını sağlamıştır. Belirtilen duruma örnek olarak, heksaploid ve tetraploid buğdaylar ile geliştirilen tritikalelerde tek değerlikli kromozom sayılarında önemli farklılıklar görülmektedir (Thomas ve Kaltsikes, 1972; Larter ve Hsam, 1973). Bu durum, heksaploid tritikalelerin oluşumunda kullanılan ebeveyn hatlardan heksaploid buğdayların yerini tetraploid buğdayların almaya başladığını göstermektedir. Farklı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen sitolojik çalışmalar, geliştirilen tetraploid buğday sitoplazmalı ve diploid çavdar sitoplazmalı tritikalelerde sırasıyla; 1.1-1.5 ve 1.2-1.5 tekli kromozom sayılarının tespit edildiğini ve bu sayıların birbirine yakın olduğunu belirtmişlerdir (Sanchez-Monge ve Soler, 1973; Soler, 1975).

Oktaploid ile heksaploid tritikale çeşitlerinin çaprazlanması sonucunda oluşan heksaploid tritikale çeşitlerine ikincil tritikale adı verilmiştir (Kiss, 1966b). İkincil tritikale çeşitlerinde tarımsal özelliklerin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Özellikle verimlilik ve protein içeriğinde görülen artış, üreticileri ve ıslahçıları geleceğe yönelik umutlandırmıştır (Müntzing, 1955; Pissarev, 1966; Kiss, 1966a,b; Nakajima ve Zennyozzi, 1966; Pissarev ve Zhilkina, 1967; Briggel, 1969; Tsuchiya, 1969; Kiss, 1971; Zillinsky ve Borlaug, 1971; Scoles ve Kaltsikes, 1974; Bao, 1984; Guedes-Pinto ve ark., 1984b; Carnide ve Guedes-Pinto, 1990; Guedes-Pinto ve ark., 1990).

İki farklı ploidi seviyesinde bulunan tritikalelerin melezlenmesi sonucu oluşan F₁ tritikale genotipleri, çavdarla iki defa geri melezlenerek üç farklı bitki grubu tanımlanmıştır.

Bunlar:

- Tozlaşma seviyesi orta olan tritikale benzeri bireyler,

- Tozlaşma seviyesi düşük olan çavdar benzeri bitkiler,
- Tozlaşma görülmeyen tritikale benzeri kısır bitkilerdir.

İkincil tritikale çeşitlerinin oluşumu, gen havuzunun gelişimine katkı sağlayarak, farklı ıslah yöntemleri kullanılarak hibrit ve benzeri bitki türlerinin geliştirilmesine olanak tanıyacaktır. Araştırmacılar, ikincil tritikale çeşitleri üzerinde yaptıkları çalışmalarda, bu bitkilerin üstün özelliklerini kromozomal, genetik ve sitoplazmik olmak üzere üç ana başlık altında incelemiştir (Merker, 1976b). Bazı kromozomal değişiklikler, özellikle kalite açısından önemlidir. Doğal yollarla (Zillinsky ve Borlaug, 1971) melezlenen "Armadillo" tritikalelerinde, 2D kromozomlarının varlığı saptanmıştır (Gustafson ve Zillinsky, 1973). Çavdar genomlarının etkili olduğu tritikalelerde, kumlu ve asidik yapıları marjinal topraklarda yüksek adaptasyon gösteren, Polonya ve Orta Avrupa'da çok sayıda yüksek performanslı çeşitler geliştirilmiştir (Wolski ve Tymienicka, 1980; Wolski ve Tymienicka, 1982; Tymieniecka ve ark., 1985; Wolski ve ark., 1985). Çavdar kromozomlarının baskın olduğu tritikalelerde, ikame edilen (örneğin, 2D gibi) kromozomlar barındıran çeşitlerin, normal toprak ve iklim koşullarında daha yüksek performans gösterdiği belirlenmiştir.

Araştırmacılar, kromozom kararsızlıklarının sebeplerini, kromozomların özelliklerini, kısa ve uzun primerlerin özelliklerini, kiyazma sırasında meydana gelen değişimleri ve kromozomlarda oluşan değişimleri incelemek amacıyla C-bant kromatin tekniğini kullanmaktadırlar. Belirtilen boyama tekniği, çavdar kromozomlarının tanımlanmasında etkin bir rol oynamıştır (Merker ve Giemsa, 1973). Aynı araştırmacılar, 50 heksaploid tritikale ve tritikale x buğday melezinin kromozom yapısını araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlar, kromozomlarda çok geniş bir kombinasyon yelpazesi oluştuğunu göstermektedir (Merker, 1975).

İstenilen önemli tarımsal özelliklere sahip gelişmiş çoğu ikincil tritikale çeşitlerinde, karışık kromozom yapısı ve D-R ikameleri saptanmıştır (Rogalska, 1978; Pilch, 1981a,b; Lukaszewski ve Apolinarska, 1981; Seal, 1982; Sandha ve ark., 1984). Yeni gelişmeler doğrultusunda, C-bantlama yöntemiyle daha önce gerçekleştirilen kromozom analizlerinde 2D-2R ikame genomlarının yüksek seviyelerde olduğu netleştirilmiştir (Gustafson ve ark., 1985).

Kromozomların tanımlanması ve özelliklerinin belirlenmesinde ditelosentrik yöntemler uygulanmıştır (Gupta ve ark., 1988).

3.3. Tritikalede Melezlemeler

Tritikaleden istenilen taleplerin sağlanması açısından farklı materyallerle kombinasyonlar gerçekleştirilmiştir. Çeşitli ıslah yöntemleriyle istenilen özelliklere sahip genotiplerin geliştirilmesi amacıyla elde edilen tritikaleler ve gerçekleştirilen bazı işlemler:

- Tritikale (8x) x Tritikale (8x): Rekombinant tritikale (8x)
- Tritikale (6x) x Tritikale (6x): Rekombinant tritikale (6x)
- Tritikale (8x) x Tritikale (6x) - Tritikale (6x) geri melezleme ile ikincil tritikale (6x)
- Tritikale (6x) x *T. aestivum* – Kendileme – İkincil tritikale (6x)
- *Triticum aestivum* 4x buğday ile D(R) kromozom ikameleri
- Tritikale (6x) x *Triticum aestivum*, Tritikale (6x) geri melezlemeler ile D(R) ikameli tritikale
- Tritikale (6x) x *Triticum turgidum*, Tritikale (6x) geri melezlemeler ile Rekombinant tritikale (6x)
- Tritikale (6x) x *Secale* (2x) melezlemeler ile tritikale (4x)
- Tritikale (8x) x Tritikale (4x): Çeşitli kromozom ikameleri ile A(D), B(D) meydana gelen tritikale (6x)
- Tritikale (6x) x Tritikale (4x) melezleme sonucu oluşan ikincil tritikale (4x)
- Tritikale (6x), Tritikale (8x) x İlgili türlerle geri melezlemeler sonucu farklı tür içerikli introgresyonlu tritikale (Guedes-Pinto ve ark., 2012).

Tritikale ebeveyn hatlarının buğday ile çavdar olduğu bilinmektedir. Tritikalenin oluşumu sonrasında tekrar ebeveyn türlerden herhangi biriyle melezlenmesi, bitki üzerinde genetik bilgilerin ilavesini sağlayarak kromozom kararsızlıklarını azalttığı ve stabiliteyi artırdığı görülmektedir. Araştırmacılar, C-bant teknikleri doğrultusunda üç oktaploid tritikale x *T. aestivum* sonucunda elde edilen F₂, F₃ vb. popülasyonlardan çok sayıda bitkinin metafaz evresinde kromozom yapıları ve özelliklerini saptamışlardır (Ren ve ark., 1991). Gerçekleştirilen buğday x çavdar melezlemelerinde oluşan tritikale de A-, B-,

D- kromozomları bulunmakta olup, kromozom yapılarının %48.75'i homolog, %52.43'ü homolog olmayan kromozomlardır. Bazı kısımlarda da bahsedildiği gibi tritikale ıslahı sırasında genetik havuzun geniş ve kapsamlı olması gerekmektedir. Belirtilen nedenle, oktaploid tritikale ile *Triticum aestivum* melezlemeleri gen havuzunu genişletecek olup translokasyonlar üretilebilecektir. Heksaploid tritikale (6x) x *Triticum aestivum* melezi, adaptasyon çalışmalarında önemli sonuçlar saptanmıştır (Plaha ve Sethi, 1993). İstenilen bazı özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesi sırasında kullanılan ebeveyn hatların farklı kuruluşlarda kullanılamaması, yaygınlaştırılmaması durumu, istenilen dizilimleri bulunduran bazı hatların kullanımını sınırlandırmaktadır (Skovmand ve ark., 1984).

Tritikale ve buğday melezlemeleri istenilen özelliklere sahip çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla önemlidir. Aynı kromozom bölgelerinde varyasyonlar oluşturulması istenilen bir durumdur. Belirtilen hususta heksaploid tritikale (6x) ve geliştirildiği ebeveyn çavdar hattında kromozom rekombinasyon sıklıkları ve dağılımının araştırıldığı çalışmada, çavdarda 1R kromozomunun 5 segmentinde rekombinasyon frekansı %93.7 olup, rekombinasyon 1R kromozomunun distal bölgelerinde yoğun, proksimal bölgelerde ise seyrek olarak saptanmıştır (Lukaszewski, 1992). Tritikalede (6x) ise 1R kromozomundaki rekombinasyon frekansı %51.7 olarak belirlenmiştir. 1R ve 2R kromozomlarında benzer sonuçlar farklı araştırmacılar tarafından da saptanmıştır (Kaltsikes ve ark., 1991).

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, genetik olarak rekombinasyon değişikliğinin yanı sıra kromozom ve dallarındaki dağılımın da etkilendiği görülmektedir. Farklı genetik çeşitliliğin meydana gelmesi amacıyla, farklı melezlemeler ile kromozom translokasyon denemeleri gerçekleştirilmiştir. Ploidi seviyeleri farklılık gösteren tritikaleler ile *Triticum aestivum*, *Triticum turgidum*, *Agropyron intermedium*, *Secale cereale*, *Secale montanum*, *Tritordeum* melezlemeleri sonucunda sırasıyla; AABDDR (2n=42), AABBR (2n=35), ABRE (2n=42), ABD RR (2n=35), ABD RRm (2n=35), AABDDRHch (2n=56) olarak saptanmıştır (Miller ve Riley, 1972; Sanchez-Monge ve Sanchez-Monge, 1977; Schlegel ve ark., 1980; Soler ve ark., 1980; Jouve ve ark., 1982; Soler ve ark., 1982; Gupta ve ark., 1983; Jouve ve ark., 1984; Jouve ve ark., 1985; Gupta ve Fedak, 1986; Jouve ve Giorgi, 1986;

Fernandez-Escobar ve Martin, 1989). Belirtilen çaprazlamaların bazılarında kromozom kararsızlıklarından dolayı kromozom sayılarında değişiklikler belirlenmiştir.

Bazı araştırmacılar çavdar ile buğday melezlemelerinde düşük frekans elde edildiğini, dolayısıyla eşleşmelerin istenilen seviyelerde olmadığını ve kromozom kararsızlıklarının yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Riley ve Chapman, 1957). Hekzaploid veya tetraploid buğdaylar ile tritikalelerin melezlenmesinde dengeli bir kromozom dağılımı, kromozom eşleşmelerinin yüksek, kromozom kararsızlıklarının daha az olduğu saptanmıştır. Bu durumu, buğdayın 5BL kromozomundaki Ph1 geninin sağladığı bildirilmiştir (Riley ve Chapman, 1958). Buğday ile tritikaleler arasındaki melezlemelerde *Triticum aestivum* türünde Ph1b, *Triticum turgidum* türünde ise Ph1c genlerinde mutasyonlar meydana gelmiştir (Sears, 1977; Giorgi, 1978).

Kromozom eşleşmelerinin sağlanması veya kromozom kararsızlıklarının azaltılması, desinapsis kaynaklı tekli kromozom yapısının önlenmesi amacıyla yapılan çalışmalar uzun yıllar boyunca birincil ve ikincil heksaploid tritikalelerin geliştirilmesini sağlamayı amaçlamıştır. Kromozom yapılarının düzenlenmesi ve yeni kromozom kombinasyonlarının gerçekleştirilmesi araştırmaları, 1970'lerde önemini artırmıştır. Kanada menşeli araştırmacılar, özellikle tetraploid buğday ebeveyn hatları kullanarak tetraploid tritikale geliştirmeyi amaçlamışlardır (Chaudry, 1968). Araştırmacılar, 6x-tritikale x 2x-çavdar melezlemeleri gibi çeşitli yöntemler kullanarak ilk tetraploid tritikaleleri geliştirmişlerdir (Krolow, 1973; 1974; 1975). Bahsedilen tetraploid tritikalelerde çavdarda görülen bazı özellikler etkisini artırmış olup, kromozom yapılarındaki çavdar genetik tabanı artmış, kromozom eşleşmesi artmış, kromozom kararsızlıkları azalmıştır. Belirtilen hususların bir sonucu olarak kışa dayanıklılık, kumlu toprak yapısına tolerans gibi özellikler daha da gelişmiştir (Krolow, 1983; Lapinski ve Apolinarska, 1985).

Araştırmacılar, tritikale bitkisinde görülen gelişmeler neticesinde A ve B kromozomlarında kombinasyonların artırılması hususunu tartışmışlar; C-bantlama yönteminin kromozom tanımlamaları çalışmalarında başarılı sonuçlar gösterdiğini saptamışlardır. Melezlemeler, kombinasyonlar, kromozom tespitindeki teknolojik ilerlemeler bazı araştırmacıları teşvik etmiş ve 1B, 3B, 5B,

6B, 2A, 4A, 7A kromozom yapısı ve yedi çavdar kromozom çiftinin tamamını içeren tetraploid tritikaleler geliştirilmiştir (Bernard ve ark., 1985a).

Geliştirilen tetraploid tritikalelerde, ekmek yapım kalitesi başta olmak üzere, insan beslenmesi açısından önemli bazı özelliklerinin iyileştirilmesinde kullanılmak üzere *Triticum aestivum* türündeki D genom kromozomlarının aktarılması amaçlanmıştır. Bu aktarım sırasında C-bantlama yönteminden de faydalanılmıştır. Yapılan çalışmalar doğrultusunda bazı araştırmacılar, 63 bitkide D kromozom genomlarına sahip 6 bitki saptamışlardır (Lehmann ve ark., 1991). Farklı araştırmacılar tarafından yapılan araştırmalarda C-bantlama yöntemiyle 13 tetraploid tritikale incelenmiş olup, tüm tritikalelerde buğdaydan 14 R-genom kromozom ve 69 A-, B-, D-genom kromozom kombinasyonu belirlenmiştir (Badaev ve ark., 1992). Aynı araştırmacılar, istenilen düzenlemelerin daha kolay yapılabilmesi için sentetik tetraploid tritikale karyotipleri geliştirmeyi amaçlamışlardır.

Sentetik karyotipler için;

- Farklı oranlarda homolog gruplar stabilize edilmiştir.
- Heterozigotların seçiminde belirtilen durum dikkate alınmıştır.
- Bir grup kromozomda stabilizasyon hızı ve yönünde bazı homolog kromozom gruplarından yapısal etkileşimler gerçekleşmiştir.

Araştırmacılar, sonuç olarak tetraploid tritikalelerde buğdaylardan gelen olası kromozom genomlarını 1B, 2B, 3A, 4A, 5A, 6A, 7B olarak bildirmişlerdir (Badaev ve ark., 1992). Farklı araştırmacılar, benzer çalışmalarla ABDERR ($2n=6x=42$) heksaploid, ABDE(AB)RR ($2n=7x=49$) heptaploid kromozom genom yapısına sahip F_1 melezler geliştirmiştir (Hohmann, 1993). Belirtilen formlar *Triticum aestivum*/*Thinopyrum elongatum* (*Elymus elongatus*) ve çavdar ya da tritikale arasındaki melezlemelerden türetilmiştir. Aynı araştırmacı, elde ettiği tetraploid tritikaleleri geri melezlemeler ve çeşitli ıslah yöntemleriyle 28 kromozomlu öploid bitkiler geliştirmiştir. Tetraploid tritikalelerin bazı önemli özellikleri olmasına rağmen, geliştirildiği dönemlerde heksaploid ve oktaploid tritikalelerin özelliklerinin düzenlenmesi ve ıslahı amacıyla kullanılmaktadır (Krolow, 1973; Gupta ve Priyadarsham, 1982). Tetraploid tritikaleler özellikle bazı araştırmacılar tarafından dikkat çeken bitkiler olarak görülmekte olup, yüksek potansiyel açısından dar genetik temele sahip olduğu

bildirilmiştir (Lukaszewski ve Gustafson, 1987). Fakat bazı araştırmacılar, tetraploid tritikaleleri kıyaslamada farklı parametreleri dikkate alarak geniş bir perspektiften değerlendirme yapmış ve daha iyimser bir tablo oluşturmuşlardır (Baum ve Lelley, 1988; Lehmann ve Krolow, 1993). Tetraploid tritikalelerin en fazla kıyaslandığı heksaploid tritikaleler, *Aegilops*, *Agropyron* gibi farklı cinslerden türlerle çaprazlanmıştır. Bu durum, farklı genetik tabana sahip olan bitki türlerinden yabancı gen transferini sağlayacaktır. Homolog kromozomların eşleşmesi, kromozomlarda sinapsis gelişimi ve kararsızlık kaynaklı tekli kromozomların oluşmaması, türler arası rekombinasyonu başarılı bir şekilde sağlamanın en önemli aşamasıdır (Martin ve Jouve, 1992). Bazı araştırmacılar, *Aegilops ventricosa* x *Secale cereale* melezlemesi sonucunda diploid $2n=42$ bir bitki oluşturdu. Oluşturulan bitki, çavdar, oktaploid ve heksaploid tritikaleler ile dişi ve erkek olarak çaprazlanıp farklı kombinasyonların sonucunda gelişen bitkiler gözlemlendi. Geliştirilen yeni materyaller farklı türlerden oluşmasına rağmen, istenilen kararlı ve düzenli mayoz bölünme gerçekleştirilmiş olup tohumlar elde edilmiştir. Elde edilen tohumlardan verimli bitkiler üretilmiştir. Bu durum, çok önemli iki husus için umut kaynağı oluşturmuştur. Birincisi, hastalıklara dirençli *Aegilops ventricosa* kaynaklı yeni tritikalelerin elde edilmesidir. İkincisi ise desinapsis kaynaklı tekli kromozomların eşleşmemesi gibi kromozom kararsızlıklarının giderildiği tritikalelerin elde edilmesidir (Bernard ve Gay, 1985). Kalitenin artırılması çalışmalarında, özellikle un kalitesinde önemli parametreler ekmeklik buğdayda D genomları barındırmaktadır. *Agropyron elongatum*'dan EE genomları ve ekmeklik buğdaydan D genomlarının tetraploid tritikaleye introgresyonu (Krolow, 1983), ilk aşama *T. aestivum* x *A. elongatum* çaprazı, bitkiyi tetraploid çavdar ile çaprazlama sonrası elde edilen F_1 hattı ve tetraploid tritikale ile iki defa çaprazlama sonrasında *Agropyron elongatum* E genomlarını taşımayan nesiller saptanmıştır (Krolow, 1975). Elde edilen sonuçlar, yeni nesillerde ekmeklik buğday kromozomlarının kalite üzerinde baskın hale geldiğini göstermektedir (Guedes-Pinto ve Mello-Sampayo, 1985). Farklı ıslah yöntemleri ve farklı türlerin melezlenmesi, geri melezlemede farklı türlerin kullanılması, farklı genetik özelliklerde nesiller meydana gelmesini sağlamaktadır. Bu durum, ıslahçının istenilen sonuçlara ulaşma olasılıklarını artıracaktır. Bazen yapılan ıslah çalışmalarında elde edilen nesillerden

miksojenom yapılar oluşmaktadır. Bu tür durumlar, genom işlevselliklerinin belirlenmesine yardımcı olacaktır.

İslah çalışmalarında istenilen sonuçların elde edilmesi amacıyla genetik çeşitliliğin artırılması gerekmektedir. Bu bağlamda, *in vitro* kültüre alınan kallus fazında meydana gelen somaklonal varyasyon, doku kültürü çalışmalarında arzu edilen genetik çeşitliliğin sağlanması ve gen havuzunun zenginleştirilmesine katkı sağlayacaktır (Larkin, 1981). İlave olarak, hızlı homozigot hat üretiminde kullanılmak üzere haploid rejenerantlar oluşturmayı; haploid gametofit *in vitro* kültürü, doğal veya yapay kromozom ikilemesi metodolojileri sayesinde gerçekleştirecektir. Bu durum, birkaç jenerasyon kendileme gibi geleneksel, zaman alan metodolojilerin yerine kullanılan bir tekniktir. Araştırmacılar, ekmeklik buğday x tritikale (6x) melezinde gerçekleştirilen embriyo kültüründe buğday ebeveyn hattının yüksek etkiye sahip olduğunu saptamışlardır (Kapila ve Sethi, 1993). Tritikalede doku kültürü üzerine genetik varyasyonla ilgili çok sayıda araştırma yapılmıştır (Stolarz ve Lorz, 1986; Guedes-Pinto ve Carnide, 1987; Bebeli ve ark., 1988; Guedes-Pinto ve ark., 1989; Felföldi ve Purnhouse, 1992). Tritikale embriyo kültüründe özellikle R-genom varyasyonu görülmekte olup, varyasyon sıklığı *in vitro* kültür süresiyle doğru orantılı olarak değişmektedir (Armstrong ve ark., 1983). Bitkilerde gerçekleşen rejenerasyonlarda varyasyon tür ve miktarının telomerik heterokromatinlerin etkisiyle şekillendiği saptanmıştır (Bebeli ve Kaltsikes, 1992). İlave olarak, etki seviyesi heterokromatin somaklonal varyasyonlar üzerinde kromozom ve genomlar tarafından değişiklik göstermektedir. Anter kültürü, tritikale yetiştirme ve ıslahı alanlarında önemli bir yöntemdir. Araştırmacılar, kolkisin ve çeşitli kültürel uygulamalar ile homozigot tritikalelerden haploid nesiller elde edilmesini sağlayan yöntemler uygulamışlardır (Bernard, 1988-1989). Tritikalede görülen androjenez gibi olumsuz durumların bazı nükleer genlerden kaynaklandığı saptanmıştır (Charmet ve Bernard, 1984). Tritikale melezlerinden oluşan F₁ jenerasyonlarından gerçekleştirilen anter kültürü sonrası meydana gelen bitkilerde 23 ve katlarından oluşan kromozom sayısı oluşturmadığı saptanmıştır. Bahsedilen bitkilerdeki yapı; kromozom kaybı, telozom kaybı veya ekstra kromozom oluşması şeklindedir. Tritikalede kromozom sayısı bozuklukları ve bölünme sırasındaki tekli kromozom yapıları, *in vitro* tekniği

dışında çalışmaların yapılacağı materyallerle ilgilidir. Tritikalede androjenez potansiyelini ve varyasyonunu sağlamak için ebeveynlerdeki varyasyon, melezlerin özelliklerini net olarak ortaya koymaktadır. Mikrospor tekniğiyle türetilen bitkilerde biyokimyasal değişiklikler gözlemlenmiştir (Gonzalez ve ark., 1993). Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, farklı gen kombinasyonlarının meydana geldiği dihaploid bitkiler sayesinde gelişmiş özellikler içeren çeşitler geliştirmek yüksek olasılıklıdır.

Tritikale araştırmaları gerçekleştiren araştırmacıların ana odak noktası, buğday ve çavdar melezlemeleri sırasında oluşan olumlu ve olumsuz etkileşimlerdir. Özellikle bölünme sırasında desinapsis ve tekli kromozom yapısı gibi bazı olumsuz etkileşimler dikkate alınmalıdır. Tritikalede bulunan hastalığa dayanıklılık geni, ebeveyn çavdarda bulunan dayanıklılık geniyle aynı seviyede işlevsellik gösterir (McIntosh ve Singh, 1987). Tritikalede protein kalitesinin düşük olması genellikle çavdar ebeveyninden kaynaklanmaktadır ve yapılan çalışmalarda araştırmacılar, tritikalenin protein yapısının ısı şoku yöntemiyle çavdara benzediğini saptamışlardır (Somers ve ark., 1992). Farklı bitkilerde yapılan melezleme çalışmalarında, nükleolar düzenleme bölgesi rRNA gen tepkileri saptanmıştır (Flavell ve ark., 1986a). Araştırmacılar, tritikale veya tritikale x buğday, tritikale x çavdar melezlerinde NOR baskılanması gözlemlenmemiştir (Darvey ve Driscoll, 1972; Martini ve ark., 1982; Appels ve ark., 1986; Gustafson ve ark., 1988).

Tanskripsiyon sırasında sekanslarda gerçekleşen bilgilerin saptanması; gen numarası, promotör bağlanma yeri numarası ve transkripsiyon destekleyici unsurların tepkileri vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Tritikale ebeveynleri olan buğday ve çavdar bitkilerinde, buğdayın bazı özelliklerinin tritikale üzerinde ortaya çıkması ve çavdarın baskılanması durumu, transkripsiyon başlangıç bölgelerindeki büyük (çavdar ile kıyasla) ve çok sayıda rDNA aralayıcı bölgelerden kaynaklandığı saptanmıştır. İlave olarak, daha fazla tekrar ve promotör alanlarını fazla sayıda bulundurması gen bölgelerinin tercih doğrultusunda daha fazla transkripte uğradığını bildirmişlerdir (Flavell ve ark., 1986a).

Tahıllarda görülen birçok transkripsiyon ve işlevselliklerin yanı sıra bazı metilasyonlar, bazı özelliklerin baskılanmasına neden olmaktadır. Özellikle

CCGG kısımlarında CpG bölgeleri yüksek oranda metilasyon göstermektedir (Appels ve Dvorak, 1982). Metilasyon oranı, transkripsiyonel aktivitelere ters orantılıdır. Buğday rRNA genlerinin bazı kısımlarında CCGG sekansları, promotör bölgelerinde metillenmemiş olup, aktif olarak işlevlerini yerine getirmektedir (Flavell ve ark., 1986b). Buğdayda önemli kalite kriterleri arasında yer alan, özellikle kalite skorlandırmasında etkin rol oynayan 1B kromozomunun, 6B kromozomundan daha fazla rDNA kromatinine katkı sağladığı, oysa 6B kromozomunda yaklaşık üç kat daha fazla rRNA geni bulunduğu bildirilmiştir (Flavell ve ark., 1988). Belirlenen husus, rRNA geni miktarının fazla olmasının baskınlık ve genetik işlevsellik oluşturmadığını, tercihen veya ihtiyaçlar doğrultusunda kullanıldığını, bu durumdan dolayı 1B kromozomunun 6B kromozomundan daha baskın olduğunu göstermektedir. Farklı çeşitlerde gen dizilimleri ve ihtiyaçlar doğrultusunda bu durum değişebilir. Bazı lokasyonlarda görülen yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi koşullarda bitkinin stres doğrultusunda hızlı bir şekilde başaklanma ve olgunlaşma evresine girmesi gibi durumlar sonrasında, bazı buğday çeşitlerinde protein kalitesinde meydana gelen azalış oranlarındaki değişkenlikler, çeşitlerin her kromozomunda bulunan ara parçalar, gen sayıları ve dizilerindeki farklılıklara bağlıdır. 1B kromozomlarının bulunduğu tritikalelerde, NOR aktivitesinin yaklaşık %20 oranında azaldığı bildirilmiştir. Tritikalelerde kullanılan ebeveyn çavdar NOR'unun, buğday ile melezleme sırasında bazı çavdar NOR aktivitesinin metillendiği belirlenmiştir. Bu durum, sadece gen sayıları ve gen büyüklüklerinin buğdayın bazı özelliklerde baskın olmasının nedeni olmadığı, melezleme sonrası buğdayın bazı çavdar NOR'larını metillemesiyle de ortaya çıkmaktadır (Lukaszewski ve ark., 1984). Araştırmacılar, tritikaledeki buğday nükleolar baskınlığını rekabetin bir sonucu olarak belirlemekte olup (Flavell ve ark., 1986a), aslında rekabetin yanı sıra bitkinin ihtiyaçları doğrultusunda taleplerin de önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir. Yapılan melezlemeler sonrasında elde edilen heksaploid tritikaleler üzerinde gerçekleştirilen DNA hipometilasyonu ile indüklenen modifikasyonların değerlendirilmesi amacıyla yapılan analizlerde, NOR baskınlığına dair önemli bilgiler edinilmiştir. Özellikle baskınlığın, belirli gelişim evrelerinde gerçekleştiği ve epigenetik örüntünün saptandığı temel özelliklerin, nükleolarsız kromozomlar aracılığıyla belirlendiği gözlemlenmiştir.

Tritikale üzerine gerçekleştirilen araştırmalar, AARD ve FCDC yetiştirme ve ışlah programlarında yem miktarı ve kalitesi üzerine odaklanmaktadır. Belirtilen programlarda Kanada lokasyonunda yazlık ve kışık tritikalelerde araştırmalar yapılmaktadır. FCDC'nin gerçekleştirdiği araştırmalarda farklı iklim ve toprak yapısına sahip lokasyonlarda adaptasyon çalışmaları ön plana çıkılmaktadır. FCDC gerçekleştirdiği çalışmalarda özellikle yem ve mera için uygun olan genotipleri belirlemeyi ve saptanan bölgelerde üretimi sağlamayı amaçlamaktadır. Gerçekleştirilen ışlah çalışmaları genellikle toplu seleksiyon programları şeklinindedir. Melezleme alışmaları, verim ve kalite özellikleri bakımından üstün özelliklere sahip ebeveyn hatlar arasında yapılmaktadır. Elde edilen jenerasyonlarda toplu seleksiyon yapılmaktadır. Kaliforniya'da verimi yüksek, hastalığa dayanıklı genotipler, farklı lokasyonlardaki toplu seleksiyon programlarına dahil edilerek, baskın özelliklerinin ön plana çıkması sağlanmıştır. ışlah programlarından elde edilen F₆ jenerasyonlarından hatlar seçilir ve çeşit geliştirme çalışmalarına başlanır. F₇ ve F₁₁ jenerasyonlarında çalışılan hatlarda yüksek verim, hastalığa dayanıklılık, adaptasyon kabiliyeti gibi özellikler istenmektedir. Belirtilen kriterlere uygunluk, çalışılan F₆ jenerasyonlarının yaklaşık %10'luk kısmında görülmekte ve belirtilen orandaki bitkiler ile program devam etmektedir. F₁₀ jenerasyonuna kadar ışlah programları dahilinde geliştirilen hatlar, insan ve hayvan beslenmelerinde kullanılmak üzere bazı kriterlere tâbi tutulur. Özellikle NIRS ile besin değerleri saptanmaktadır. Yemlik olarak ADF analizleri yapılmaktadır. Elde edilen veriler doğrultusunda, istenilen özelliklerin elde edildiği hatlar çeşit özelliği kazanır. Baron ve ark. (2015), bazı tritikale genotipleriyle gerçekleştirdiği araştırmada, agronomik ve kalite parametrelerinin belirlenmesi, istenilen özelliklerin iyileştirilmesi amacıyla on sekiz tritikale genotipinde gerçekleştirdiği ışlah programında fenotipik varyans katsayısının genotipik varyans katsayısına göre daha yüksek olduğunu saptamıştır. Bu durum, çevresel faktörlerin incelenen parametreler üzerinde yüksek etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Kalıtım analizleri; fenotip ve genotip özelliklerinin belirlenmesi ve seviyelerinin saptanması konusunda önemli veriler elde edilen sistemlerdir (Da Silva ve ark., 2008). ışlah çalışmalarında, genotipler üzerinde belirli özelliklerin kalıtım derecesinin belirlenmesi, istenilen özelliklerde genetik veya çevresel faktörlerin etki

seviyeleri hakkında nicel bilgiler sunar. Belirtilen hususlarda programın işleyişi ve yapılacak işlemler hakkında önemli sonuçlar elde edilmesini sağlar (Chopra, 2000). Tritikalede yapılan ıslah çalışmalarında, hatların ADF (0.68), NDF (0.67) ve nişasta (0.67) parametrelerinde kalıtım etki seviyesinin orta düzeyde olduğu saptanmıştır (Baron ve ark., 2015). Aynı araştırmacılar, tritikale kuru madde miktarında 0.19 ile düşük kalıtım seviyesi görüldüğünü, çevresel faktörlerin incelenen parametre üzerindeki etkisinin daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Islah çalışmalarına başlamadan önce, hatların seçimi sırasında genetik yapının yanı sıra çevresel faktörlerin etkilediği özelliklerin de üstün olması, ıslah programındaki başarıyı artıracaktır (Akcura, 2009).

Tritikalenin meydana gelmesi konusunda araştırmacılar arasında farklı söylemler ve çelişkiler bulunmaktadır. Rimpau, 1888 yılında doğal melezlenmeler sonucunda tritikalenin oluştuğunu (Guedes-Pinto ve ark., 2012) belirtirken, 1875 yılında yaklaşık 13 yıl önce A. Stephen Wilson buğday ve çavdar melezlemesi doğrultusunda tritikale bitkisi geliştirdiğini belirtmiş (Wilson, 1876), fakat elde edilen tritikale polen yapıları sterildir. Üretkenliğin geliştirilmesi amacıyla; embriyo kurtarma ve kromozom katlama (kolkisin) teknikleriyle ıslahı doğrultusunda tritikale yetiştiriciliği gerçekleştirmeye başlamıştır (Laibach, 1925; Blakeslee ve Avery, 1937; Oettler, 2005). Uzun süre yapılan ıslah çalışmaları doğrultusunda kromozom sayılarında stabilite sağlanmamıştır (Simmond, 1976). Farklı ploidi seviyelerindeki buğdayların kendi aralarında melezleme sonucu elde edilen jenerasyon ile çavdar melezlemesi neticesinde elde edilen tritikalelerde salınım, tekli kromozom yapısı, desinapsis, kromozom sayısında değişkenlik gibi olumsuzluklar meydana geldiği bilinmektedir. Direkt ebeveyn olarak tritikale ıslahı sırasında genellikle kullanılan ebeveyn buğday türleri; *Triticum turgidum* (AABB), *Triticum aestivum* (AABBDD)'dir. Bu durumda da farklı ploidi seviyelerinde tritikaleler oluşmaktadır. Araştırmacılar, durumun buğday ile çavdar melezlemesi sonucunda oluşan tritikalenin özellikle kalite artırılması çalışmalarına fayda sağlamış olup, kararlı ploidi seviyesi ve üretken yapısıyla diğer tritikalelere göre daha başarılı olduğunu bildirmişlerdir (Randhawa ve ark., 2015). Araştırmacılar ploidi seviyesi yüksek buğdaylar ile yapılan melezlemeler sonucu elde edilen tritikalelerde de (özellikle oktaploid) genetik kararsızlık, tekli kromozom yapısı, desinapsis, kısırlık gibi olumsuzlukların yüksek oranda

görüldüğünü bildirmişlerdir (Mergoum ve ark., 2009). Tritikale yetiştiriciliği ve ıslahının temel amacını düşündüğümüzde, verim ve kalite performansının yüksek olduğu bilinen bir buğday ile biyotik ve abiyotik stres koşullarına toleranslı bir çavdar bitkisinin melezlenmesiyle verimli, kaliteli, soğuk ve kuraklığa dayanıklı yeni bir tür oluşturulmak istenmiştir. Fakat kurulan hipotezler doğrultusunda teorik olarak gerçekleştirilen planlamalardan pratikte istenilen sonuç elde edilememiştir. Bazılarında bahsedildiği gibi kromozom kararsızlıkları, salınımlar oluşurken, bazılarında ebeveyn türlerde görülen üstün özellikler saptanmamıştır. Aslında araştırmacılar kurulan hipotez ile beklentileri artırmış fakat klasik ıslah yöntemiyle ebeveynlerden istenen özelliklerin yanı sıra istenmeyen özelliklerin de taşındığını ve yeni jenerasyonda istenmeyen ebeveyn özelliklerinin de baskın olabileceğini biliyorlardı. Araştırmacılar, gerçekleştirdikleri araştırmalar doğrultusunda yapılan melezlemelerden elde edilen jenerasyonlarda türler arası melezleme kaynaklı uyumsuzluklar, kısırlık, bölünmeler sırasında meydana gelen tekli kromozom yapısı, kromatin iplik oluşmayan kromozomlardan dolayı salınım, kromozom sayısında değişkenlik, tane dolununun yeterince gerçekleşmemesi nedeniyle buruşukluk, topraktan fazla miktarda bitki besin maddeleri alımı, desinapsis, düşük un kalitesi ve düşük verimlilik gibi olumsuzluklar gözlemlenmişlerdir. Soğuk ve kurak koşullara toleranslı olması ise nadir olumlu özellikleri arasındadır. Uzun dönemler yapılan ıslah çalışmaları doğrultusunda araştırmacılar, verimde ve kalitede iyileşmeler sağlamış ancak istenilen seviyelere ulaşamamıştır. Özellikle kalite bakımından un kalitesi yüksek tritikale geliştirilememiştir. İstenilen verim ve kalite düzeylerinde geliştirildiği düşünülen bazı çeşitler, farklı lokasyonlarda üretime alındığında yine benzer olumsuz durumlarla karşılaşmaktadır. Islah sürecinde yapılan bir diğer işlem kalite artırımı için gen fraksiyonları, kromozom fragmentlerinin 1D vb. ilave edilmesi çalışmaları da temel gen aktarımı (değişimi) ve R-D çalışmalarının daha etkili olduğu ancak istenilen sonuçlardan uzak olduğu görülmüştür. Tritikale üzerinde ıslahçıların gerçekleştirdikleri çalışmaları incelediğimizde, Norman Borlaug 1964 yılında CIMMYT vesilesiyle tritikale AR-GE çalışmalarını başlatmıştır (Lelley, 2006). Toprak yapısının daha hafif olduğu Macaristan'daki kumlu topraklarda heksaploid \times oktaploid çaprazlamalardan elde edilen jenerasyonların iyi sonuçlar verdiği, bir kaç genotip içerisinde T-57 ve T-64

genotiplerinin çeşit özelliği kazandığı bilinmektedir (Kiss ve Kiss, 1981; Zillinsky, 1985). Yapılan ıslah çalışmalarında bazı araştırmacılar stabilitenin sağlandığını ve gen havuzunun zenginleştiğini bildirmişlerdir (Kiss, 1966c). Aynı araştırmacılar, tarımsal üretime uygun olmayan marjinal alanlarda çavdardan daha yüksek adaptasyon yeteneğine sahip, protein miktarı daha yüksek olan tritikale hatlarının geliştirilmesiyle modern ıslah programları gerçekleştirmişlerdir. Stabilesi artırılan gelişmiş hatlarla gerçekleştirilen ıslah çalışmaları bazı parametrelerde performans artışlarını sağlamıştır. Elde edilen materyaller daha iyi sonuçlar için farklı araştırmacılara ve lokasyonlara aktarılmıştır. Bu durum, birçok ülkede tritikale çeşidi geliştirilmesini sağlamıştır (Bona ve ark., 2002). Genetik kaynaklar ve uygulanan kapsamlı ıslah programları, tritikalede hedefe ulaşma konusunda her geçen gün olumlu gelişmeler sağlamaktadır.

Tritikale, insan ve hayvan beslenmesinde kullanılan, gerçekleştirilen ıslah programlarına rağmen istenilen özelliklerin her geçen gün arttığı bir tahıl cinsidir. Tanelerinden elde edilen un, belirli miktarlarda buğday vb. unlara karıştırılarak yapılan besin maddelerinin insanlar tarafından tüketilmesinde kullanılmaktadır. Silaj, kuru ot vb. yemler ise büyükbaş, küçükbaş ve kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanılmaktadır. Islahçıların temel beklentilerinden biri, tritikalenin ebeveynlerinden olan buğdayın verim ve kalitesini, marjinal alanlarda çavdar dayanıklılığı ile geliştirmektir. Yapılan ıslah çalışmalarıyla bu özellikler sürekli iyileştirilmektedir. Genellikle marjinal alanlarda üretimi çavdar bitkisinden daha iyi olduğu da birçok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Randhawa ve ark., 2015). Üretimde gerekli önemin sağlanması ve daha fazla ekim alanına sahip olması, talep artışıyla doğru orantılıdır. Özellikle insan beslenmesinde kullanılması için un kalitesinin artırılması çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

Dünyada birçok ülkede tritikale üretimi gerçekleştirilmektedir ve en fazla ekim alanına sahip ülkeler Almanya, Belarus, Fransa, Polonya ve Rusya olarak bilinmektedir (Randhawa ve ark., 2015). 2005 yılı itibarıyla Almanya'da tritikale ekim alanlarında ve dolayısıyla hasat edilen alanlarda bir azalma görülürken, Belarus, Fransa, Polonya, Rusya ve Türkiye'de artışlar gözlemlenmiştir (Tablo 5). Üretim miktarlarında ise Fransa'da görülen önemli bir düşüş dikkat çekmektedir. Bu durum, birim alandaki verimliliğin son

yıllardaki azalışından kaynaklanmaktadır. Türkiye’de ise verimlilik stabil bir şekilde devam ederken, hasat edilen alan (Tablo 5) ve üretim miktarı (Tablo 6) artış göstermektedir. Türkiye’de, yüksek üretim gerçekleştirilen bölgelerde verimliliği artırmak amacıyla çalışmalar yürütülmektedir (Şekil 2-7). İncelenen ülkeler arasında hasat edilen alan ve üretim miktarı bakımından Polonya ön plana çıkarken, Almanya verimlilikte (Tablo 7) üstün performans göstermiştir. Tritikalenin popülerliğinin az olmasının sebeplerinden bazıları, unundan elde edilen karışımların insan beslenmesinde kullanılması ve buğdayla rekabet etmesi, üretim sonrası pazarlama kısıtlamaları, üretim maliyetlerinin karşılanamaması ve bitkinin karşılaştığı başak yanıklığı, yaprak lekesi, ergot gibi hastalıkların yaygınlığıdır. Ayrıca, vejetasyon sürelerinin uzun olması ve olgunlaşmanın genellikle geç gerçekleşmesi, iklim parametrelerinin dar ve vejetasyon gereksinimlerinin özel olduğu lokasyonlarda (Kanada vb.) üretimi sınırlandıran diğer faktörlerdir.

Üretimde bulunan tritikale taneleri ince ve cılız yapıda olup, buğday hektolitre ağırlığından daha düşüktür. Ancak son yıllarda gerçekleştirilen ıslah çalışmalarıyla, tanelerdeki buruşukluk azaltılmış ve dolgunluk artırılmıştır. Özellikle un kalitesinin düşük olması, tritikaleyi insan beslenmesinde buğday kadar yaygın kullanılamayan bir ürün haline getiren sebeplerden biridir. Tanedeki protein kalitesi, glutenin ve gliadin yapısı, ekmeklik buğdaya kıyasla çok daha düşüktür. Bu durum, ekmek yapımında kalitenin çok düşük olmasına neden olur. Ayrıca, tritikale ununun tadının acı olması da tercih edilmemesinin bir diğer nedenidir. Un kalitesinde önemli diğer bir faktör ise düşme sayısı (Falling Number) değerleridir. Ekmeklik buğdaylarda belirtilen değer yüksek iken, tritikalede son derece düşüktür. Türkiye’de, genellikle belirtilen olumsuzluklar nedeniyle tahıl alımı yapan fabrikalar, tritikaleyi yemlik olarak buğdaya göre daha düşük fiyattan alım yapmaktadır. Doğal afetler gibi olumsuzluklarda, birçok tahıl cinsi sigorta kapsamına alınırken, tritikalenin birçok ülkede kapsam dışı bırakılması tercih edilmemesinin diğer bir faktörüdür. Araştırmacılar, tritikale üzerindeki olumsuzlukları gidermek amacıyla gerçekleştirecekleri Ar-Ge çalışmalarına yeterli yatırımları bulamamaları, saptanan önemli gelişmelerin paylaşımının istenilen seviyede olmaması, gen havuzunun istenilen zenginliğe ulaşmaması ve tesislerde istenilen kalite seviyelerinin yakalanamaması gibi sebeplerle tritikale az tercih edilmekte ve

dar bir pazarın oluşmasına neden olmaktadır. Üretim maliyetlerini azaltmak, iyi bir bakım sonrası ergot gibi olumsuzlukların inhibe edilmesi, adaptasyon seviyesi yüksek çeşitlerle verimliliğin artırılması temel hedefler arasında yer almaktadır. Çevresel faktörlerden kaynaklanan olumsuzluklar ise; yatma, don, kuraklık zararları ve geç olgunlaşma gibi durumlar olarak bilinmektedir. Verimliliği etkileyen diğer faktörler arasında ise; yabancı ot zararı, üretim maliyeti ve marjinal alanlarda yetiştirilme yer almaktadır.

Elde edilen bilgiler doğrultusunda, üretici açısından kârlılık seviyesi, birim alandaki yüksek verim ile yem veya insan beslenmesi bakımından yüksek kalitenin sağlandığı ürünlerden elde edilebilir. Yapılan çok sayıda ıslah çalışmasında çeşitli çevresel olumsuzluklara karşı dirençliliğin artırılması son kullanımda kaliteye yönelik araştırmalardır. Agronomik parametreler bakımından yüksek tane ve biyokütle verimi, uzun bitki boyu, az kılçıklılık, yem bakımından yüksek sindirilebilirlik, erkencilik, orta veya düşük seviyede su ve besin maddeleri kullanımı, biyotik ve abiyotik stres koşullarına toleranslılık üreticiler için istenen parametrelerdir.

İnsan beslenmesinde, tüketicinin istediği üründe talep edilen kalitenin sağlanması bakımından son kullanım kalitesi önemlidir. Hayvan beslenmesinde ise, enerji açısından yüksek değerlere sahip olması önem arz etmektedir. Islah sırasında endüstriyel kullanımda pentozanların artırılması gereklidir. Bitkideki pentozanlar, tutkal, biyo-etanol ve biyo-plastik üretiminde kullanılmaktadır. Kağıt sanayisinde ise, hammadde olarak kullanılmak üzere selüloz ve lignin miktarı artırılabilir.

Tritikale ıslahında tüm araştırmacıların birleştiği ortak nokta, bitkide istenilen tüm özelliklerin talep edilen seviyede olması ve istenmeyen parametrelerin bulunmamasıdır. Belirtilen şekilde bir bitki yapısı oluşturmak için zengin bir germplazma meydana getirilmelidir. Tritikale yetiştiriciliği ve ıslahı sırasında, ekmeklik buğday ile çavdar melezlerinden elde edilen oktoploid tritikalelerin özellikle kromozom sayısında stabilizasyon sağlanamamıştır. Oktoploid tritikalelerde çok sayıda farklı problem bulunmaktadır. Genellikle heksaploid tritikaleler ön plana çıkmakta olup, tritikale araştırmacılarının çoğu gen havuzunda heksaploid tritikale kullanmaktadır. D genomunun un kalitesini artırmaya yönelik önemli bir parametre olduğu bilinmektedir.



Şekil 2: Türkiye'deki bazı tritikale üretim alanları (çıkış-kardeşlenme evresi)



Şekil 3: Türkiye'deki bazı tritikale üretim alanları (sapa kalkma evresi)

Tritikale'ye *Triticum tauschii* tarafından D genomu ilavesi gerçekleştirilmiştir (Lukaszewski, 2006). CIMMYT tritikale ıslah programları doğrultusunda elde edilen materyaller araştırmacılara temin edilmiştir (Zillinsky, 1985). CIMMYT, tritikale gelişiminde öncü rol oynamıştır. Araştırmacıların temel amacı, hedefe ulaşmak için değişkenlikleri ve kombinasyonları artırmaktır. Kanada ve Almanya'da gerçekleştirilen ıslah programlarında, değişkenlikler ile başarı oranı doğru orantılı olarak artış göstermiş ve özellikle Almanya, verim gibi bazı özelliklerle ülkeler bazında ön plana çıkmıştır (Tablo 7).

Tritikale, kendine tozlanan bir bitkidir ve ıslah yöntemlerinin belirlenmesinde bu durum göz önünde bulundurulmalıdır (Lelley, 2006). Çeşitli melezlemeler ile homozigot hatlar elde etmek, temel hedefler arasındadır. Homozigot hatların elde edilmesindeki temel amaç, genetik çeşitlilik ve gen havuzu oluşturmaktır. Geliştirilen hatlarda seçim; kalıtım durumu, kromozom sayısı ve yapısı, çeşitli özelliklerin bulunduğu gen bölgelerinin varlığı ve skorlarla etkilenir. Çeşitli geliştirme çalışmalarında moleküler çalışmalar, tarla ve laboratuvar araştırmaları tamamlanmış seçkin ebeveyn hatlar tercih edilir. Böylece istenilen sonuçların elde edilme olasılığı artırılmaktadır. Melezleme öncesi seçilen ebeveynler, istenen özellikler bakımından birbirini tamamlamalıdır.

Bu tür durumlarda, elde edilen jenerasyonlar genellikle istenilen özelliklere sahiptir. İstenilen özelliklerin elde edilmesi sırasında üçlü ya da çoklu melezlemeler yapılarak çok sayıda hat kullanılabilir. Üçlü veya çoklu melezlemelerde seçilecek ebeveyn hatlar daha ayrıntılı araştırılmalıdır. Çünkü ebeveyn hatlar, belirli oranlarda genetik olarak jenerasyonların yapısını oluşturacaktır. Melezlemeler sırasında izolasyon, sterilite, polen olgunluğu vb. bazı kriterlere uyulması gerekmektedir. Elde edilen bitkilerde genetik aktarımın sağlanıp sağlanmadığı hususu moleküler analizler ile kontrol edilmelidir. Genlerin aktarılma olasılığını artırmak için DNA belirteçleri etkin olarak kullanılabilir. Melezleme öncesi F_1 bitkilerine uygulanmaktadır. Planlanan melezleme işlemleri sonrasında mevcudiyet ve tüm olasılıklar göz önünde bulundurularak farklı tekniklerde ıslah gerçekleştirilebilir. Çeşitli ıslah programları sonrasında elde edilen materyallerden istenilen sonuçların elde edilememesi başarısızlık olarak yorumlanmayıp, gen havuzuna kazandırılmış bir genetik materyal, istenilen sonuca bir adım daha yaklaşmak anlamına gelmektedir.



Şekil 4: Türkiye'deki bazı tritikale üretim alanları (başaklanma evresi)



Şekil 5: Türkiye'deki bazı tritikale üretim alanları (başaklanma evresi)



Şekil 6: Türkiye'deki bazı tritikale üretim alanları (başaklanma evresi)



Şekil 7: Türkiye'deki bazı tritikale üretim alanları (başaklanma evresi)

Tablo 5: Tritikale yetiştiriciliğinde bazı ülkelerden yıllara göre hasat edilen alan (ha)*

| Yıllar | Almanya | Belarus | Fransa | Polonya | Rusya | Türkiye |
|-------------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|
| 2005 | 480800 | 357691 | 332190 | 1194537 | 0 | 31991 |
| 2006 | 404600 | 376016 | 330754 | 1194282 | 0 | 24111 |
| 2007 | 381036 | 411219 | 324094 | 1260241 | 0 | 27494 |
| 2008 | 398804 | 458291 | 343316 | 1333460 | 0 | 27391 |
| 2009 | 401081 | 516589 | 355506 | 1465000 | 186710 | 28373 |
| 2010 | 397517 | 435080 | 382281 | 1324754 | 140705 | 26844 |
| 2011 | 383400 | 409478 | 391111 | 1269258 | 222012 | 29668 |
| 2012 | 371400 | 489039 | 415719 | 991797 | 222883 | 32227 |
| 2013 | 396900 | 441630 | 384772 | 1176700 | 241108 | 35320 |
| 2014 | 418200 | 523413 | 387604 | 1306025 | 247553 | 34885 |
| 2015 | 401600 | 508343 | 342887 | 1516168 | 244547 | 37185 |
| 2016 | 396100 | 499903 | 331646 | 1373529 | 223078 | 37621 |
| 2017 | 389000 | 489685 | 303894 | 1352013 | 171779 | 45601 |
| 2018 | 357700 | 429213 | 283810 | 1287970 | 148352 | 50280 |
| 2019 | 358200 | 453887 | 305220 | 1314790 | 135649 | 64093 |
| 2020 | 341300 | 466857 | 261630 | 1390710 | 110405 | 81091 |
| 2021 | 328300 | 397000 | 338600 | 1281600 | 119480 | 93053 |
| 2022 | 324400 | 406000 | 339700 | 1232710 | 108810 | 99630 |

*: FAO, 2024.

Tritikale ıslah çalışmalarında toplu ve tekli seleksiyon, geri melezlemeler, pedigrı ıslahı, haploid bitki (tek, çift, kombinasyon vb.) geliştirme teknikleri kullanılmaktadır. Tritikale ıslahında baskın olan, tüm dünyaya gelişmiş materyaller sağlayan CIMMYT, Borlaug (1968)'a göre pedigrı seleksiyon ıslahı yöntemi kullanmıştır. Homozigot hatlarda, özellikle verim ve erkencilik bakımından agronomik saha çalışmalarında kullanılmak için dağıtımı gerçekleştirilir. Dağıtılan hatlardan tüm dünyadaki farklı iklim ve lokasyonlarda adaptasyon yeteneklerinin nitel ve nicel olarak gözlemlendiği materyallerin sonuçlarının CIMMYT ile paylaşılması, kısa sürede verimli,

adaptasyon seviyesi yüksek çeşitlerin geliştirilmesinde etkin rol oynamıştır (Mergoum ve ark., 2009). Toplu seleksiyon tritikale ıslah programlarını 1908 yılında Nilsson Ehle gerçekleştirmiştir (Randhawa ve ark., 2015). Bahsedilen yöntem, Kanada’da bulunan Gıda, Tarım ve Araştırma merkezleri tarafından ıslah programlarında uygulanan yöntemdir. Kanada’da olumsuz iklim faktörlerinden dolayı erkenci hatlar ön plana çıkmaktadır. Çeşit geliştirme çalışmalarında hatların seçimi sırasında ilave olarak bitki boyu, hastalığa dayanıklılık özellikleri dikkate alınmaktadır. Yeni Zelanda’da yapılan benzer bir araştırmada F₅ ve F₆ jenerasyonlarında yatmaya dayanıklılık, bitki boyu, vejetasyon süresi vb. parametreler doğrultusunda bitki seçimi gerçekleştirilir.

Tablo 6: Tritikale yetiştiriciliğinde bazı ülkelerde yıllara göre üretim miktarı (ton)*

| Yıllar | Almanya | Belarus | Fransa | Polonya | Rusya | Türkiye |
|-------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| 2005 | 2675900 | 1121305 | 1797106 | 3903000 | 0 | 110000 |
| 2006 | 2237100 | 977829 | 1681336 | 3196957 | 0 | 77642 |
| 2007 | 2061470 | 1241376 | 1450383 | 4147061 | 0 | 86476 |
| 2008 | 2381470 | 1818650 | 1821830 | 4459610 | 0 | 93723 |
| 2009 | 2514391 | 1788305 | 2015602 | 5234000 | 508000 | 98716 |
| 2010 | 2156963 | 1253848 | 2059361 | 4575809 | 249150 | 93270 |
| 2011 | 2004300 | 1312362 | 1987365 | 4235328 | 522582 | 103797 |
| 2012 | 2294800 | 1818405 | 2300503 | 3349225 | 464268 | 105000 |
| 2013 | 2609000 | 1272709 | 2030563 | 4273027 | 581542 | 118000 |
| 2014 | 2972200 | 2076376 | 2023275 | 5246647 | 654135 | 110000 |
| 2015 | 2598300 | 1928873 | 1865633 | 5339437 | 564576 | 125000 |
| 2016 | 2397300 | 1641882 | 1420202 | 5102445 | 619593 | 125000 |
| 2017 | 2317000 | 1607045 | 1579317 | 5312061 | 500939 | 150000 |
| 2018 | 1935500 | 1014640 | 1333780 | 4009660 | 400651 | 170000 |
| 2019 | 2194900 | 1310421 | 1641480 | 4498200 | 355883 | 215090 |
| 2020 | 2036300 | 1543087 | 1206560 | 6087390 | 310455 | 276212 |
| 2021 | 1908600 | 1021000 | 1736910 | 5349420 | 288488 | 228000 |
| 2022 | 1929700 | 1192880 | 1613730 | 5440270 | 306875 | 320000 |

*: FAO, 2024

Tablo 7: Tritikale yetiştiriciliğinde bazı ülkelerde yıllara göre tane verimi (kg.ha⁻¹)*

| Yıllar | Almanya | Belarus | Fransa | Polonya | Rusya | Türkiye |
|---------------|----------------|----------------|---------------|----------------|--------------|----------------|
| 2005 | 5565.5 | 3134.8 | 5409.9 | 3267.4 | 0 | 3438.5 |
| 2006 | 5529.2 | 2600.5 | 5083.3 | 2676.9 | 0 | 3220.2 |
| 2007 | 5410.2 | 3018.8 | 4475.2 | 3290.7 | 0 | 3145.3 |
| 2008 | 5971.5 | 3968.3 | 5306.6 | 3344.4 | 0 | 3421.7 |
| 2009 | 6269.0 | 3461.8 | 5669.7 | 3572.7 | 2720.8 | 3479.2 |
| 2010 | 5426.1 | 2881.9 | 5387.0 | 3454.1 | 1770.7 | 3474.5 |
| 2011 | 5227.7 | 3205.0 | 5081.3 | 3336.9 | 2353.8 | 3498.6 |
| 2012 | 6178.8 | 3718.3 | 5533.8 | 3376.9 | 2083.0 | 3258.1 |
| 2013 | 6573.4 | 2881.8 | 5277.3 | 3631.4 | 2412.0 | 3340.9 |
| 2014 | 7107.1 | 3967.0 | 5220.0 | 4017.3 | 2642.4 | 3153.2 |
| 2015 | 6469.9 | 3794.4 | 5441.0 | 3521.7 | 2308.7 | 3361.6 |
| 2016 | 6052.3 | 3284.4 | 4282.3 | 3714.8 | 2777.5 | 3322.6 |
| 2017 | 5956.3 | 3281.8 | 5196.9 | 3929.0 | 2916.2 | 3289.4 |
| 2018 | 5411.0 | 2364.0 | 4699.6 | 3113.2 | 2700.7 | 3381.1 |
| 2019 | 6127.6 | 2887.1 | 5378.0 | 3421.2 | 2623.6 | 3355.9 |
| 2020 | 5966.3 | 3305.3 | 4611.7 | 4377.2 | 2812.0 | 3406.2 |
| 2021 | 5813.6 | 2571.8 | 5129.7 | 4174.0 | 2414.5 | 2450.2 |
| 2022 | 5948.5 | 2938.1 | 4750.5 | 4413.3 | 2820.3 | 3211.9 |

*: FAO, 2024

Tarla (saha) çalışmalarıyla iki-üç yıl elde edilen gözlemler değerlendirilir. Elde edilen veriler, istenilen parametrelerde kontrol çeşitlerinden daha yüksek ise, çeşit listesine dahil edilir.

Tritikale ıslahı sırasında geri melezleme çalışmaları, tek bir özelliğin iyileştirilmesi amaçlanıyorsa etkili olma olasılığı yüksektir. Ancak birden fazla özelliğin geliştirilmesinde geri melezleme tekniğinin etkinlik seviyesi düşmektedir. Bu nedenle çok yönlü tritikale gelişim-iyileştirme ıslah programlarında geri melezleme yöntemi ekseriyetle kullanılmaz. Kanada'da

gerçekleştirilen araştırmalarda, araştırcılar çok sayıda (yaklaşık dört defa) geri melezleme yaparak tritikale ile mavi alevron aktarımı sağlamışlardır (Randhawa ve ark., 2015). Mavi alevron aktarımı, tritikale tanesinde mavi renk oluşumuna neden olmuştur. Bitkide geri melezleme için seçilim, bu özelliğin monogenik ve baskın yapıda olmasından dolayı yapılmıştır. Mavi alevron ilaveli hatlar, diğer tritikale melezlemelerinde başarı oranının belirlenmesine yardımcı olmuştur (Hills ve ark., 2007). Tritikalelerde daha hızlı homozigotluk sağlanması amacıyla çoklu (ift) haploid yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntem, çeşit gelişim amacıyla gerçekleştirilen ışlah çalışmalarının 5-6 yıl daha erken tamamlanmasını sağlayabilir. Özellikle vernalizasyon ihtiyacına sahip olan kışlık tritikaleler için bu yöntem çok daha önemlidir. Çift haploid kullanımının diğer önemli özelliği, seçilimde homozigot hatlardaki çekinik alleller sayesinde başarı oranının artmasıdır. Tritikale ışlahında çift haploid bitki üretiminin önemi görülmekte olup, izole mikrospor ve anter kültürleri diğer üretim yöntemlerindedir. Kanada, Danimarka, Almanya, Avustralya gibi bazı ülkelerde başarılı bir Şekilde uygulanmaktadır. Uygulanan yöntemlerin başarılı olduğu belirtilen ülkelerden Almanya, tritikale yetiştiriciliğinde yüksek verimlilik sağlamasıyla dikkat çekmektedir (Tablo 7). Kanada'da ise, ilk mikrospor veya anter kültürleriyle elde edilen çift haploid tritikaleler, kontrol çeşidinden daha üstün performans göstererek tescil edilen ilk tritikale çeşidi olan T225'i oluşturmuştur. Bazı araştırcılar bahsedilen çeşidi kayıt listesine alınması amacıyla desteklemiştir (Randhawa, 2014).

eşit geliştirme çalışmalarında başarı oranını artırmak için diğer önemli faktör ise seçilimdir. Etkili bir seçilim stratejisi, nitel gözlemler ile nicel gözlemlerin bir uyum oluşturmasıyla sağlanır. Basit veya yüksek kalıtım nitel seçimlerde, verim ve kalite analizleri ise nicel seçimlerde önemlidir. Belirtilen zellikler arasında bitki boyu, erkencilik, hastalığa karşı dayanıklılık, bitki tipi, başakta tane sayısı, başak boyu, bin tane ağırlığı, tane protein miktarı, unda düşme sayısı vb. yer alır. Araştırcılar, bitkinin bazı stres faktörlerine karşı gösterdiği tepkiyi belirlemek amacıyla, olumlu, nötr ve olumsuz etkilerin derecelendirilmesi için bitkileri yapay ortamlarda biyotik ve abiyotik stres faktörlerine tâbi tutmuşlardır. Bu faktörler arasında sert kış oluşturacak düşük sıcaklıklar, farklı toprak pH'ları, kuraklık ve sıcak ortamlar vb. yer alır. Hastalıklara dirençlilik seviyelerinin belirlenmesinde, bitkilerin çeşitli

patojenlere maruz bırakıldığı ortamlar oluşturularak tepkileri saptanmıştır. İki farklı tritikale hattının melezlenmesi sırasında stabilizasyonun sağlanması ve istenilen sonuçların elde edilmesinde, melezlenen tritikale hatlarının ebeveynleri olan buğday ve çavdar cinslerinin seçiliminde genetik denge oluşturulmalıdır (Lelley, 2006). Bitkinin adaptasyon yeteneği, verimlilik durumu, son ürün kalitesi, hastalıklara karşı tepkisi vb. niceliksel parametrelerdeki performansın belirlenmesi, seçim sırasında F₆ veya daha sonraki jenerasyonlara kadar devam eder. İslah çalışmalarında, çeşit tescil aşamasında kullanılan kontrol çeşitleriyle kıyaslama metodu, ıslah materyali seçimi sırasında da uygulanabilir. Böylece üstün performanslı ebeveyn hatlarla daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

3.4. Genetik Kalite Özellikleri

Tritikalelerde yapılan ıslah çalışmaları doğrultusunda verim ve verim komponentleri bakımından istenilen sonuçlar umut verici bir şekilde elde edilmektedir. Ancak un kalitesinin düşük olması, talebin azalmasına ve üretim alanının istenilen seviyelere ulaşmamasına neden olmaktadır. Ekmek yapımında kaliteli buğdaylar ile paçal yapılarak kullanılması da durumu olumsuz etkileyen önemli bir faktördür.

Buğdayda ekmek yapımında un kalitesini etkileyen faktörler arasında gliadin ve glutenin proteinleri bulunmaktadır. Özellikle HMW-GS (yüksek molekül ağırlıklı glutenin) proteinleri, ekmek kalitesinde yüksek etkiye sahiptir. 1A, 1B, 1D kromozomlarında bulunan protein bantları ve skorları, önemli genetik kalite parametreleridir. Belirtilen kalite parametreleri arasında 1D kromozomu en önemlisidir (Payne ve ark., 1987; Odenbach ve Mahgoub, 1988; Rogers ve ark., 1989; Kolster ve ark., 1991; Naneli, 2021). Bazı araştırmacıların gerçekleştirdiği çalışmalar, 1D kromozomu skorlarındaki artışın ekmek yapma kalitesini artırdığını saptamıştır (Rogers ve ark., 1988).

Elde edilen veriler doğrultusunda, tritikalede D-genomunu baskın hale getirmek ve etkinliğini artırmak için farklı yöntemler geliştirilmiştir. D genomlarının A ve B genomları homologlarıyla değiştirilmesi işlemleri ön plana çıkmış olup (Larter ve Noda, 1981; Hohmann, 1988), oktaploid ve tetraploid tritikale çaprazlamaları (Krolow, 1973), bahsedilen D genomlarının

aktif olarak kullanılacağı bitkiler oluşturmak en net sonuç alınabilecek yöntem olarak görülmektedir (Bernard ve ark., 1985b; Lukaszewski ve ark., 1987c).

Stabil karyotip yapısının oluşturulabilmesi için, kendileme sonrası elde edilen hattın 8x tritikale ile geri melezleme çalışmaları ve kendilemeler ile 1D kromozomları bulunan ploidi seviyesi sabitlenmiş stabil bir hekzaploid tritikale hattı geliştirilmiştir (Kazman ve Lelley, 1994). 1D kromozomları tam olarak aktarılan tritikalelerin sedimentasyon değerlerinin yüksek olduğu, verimli ve yüksek proteinli çeşitlerin elde edildiği, 1D(1A) ikame hatlar ile hekzaploid tritikalelerin melezlenmesi sonucu istenilen kalite seviyelerinde tritikale geliştirmek mümkün olmuştur (Guedes-Pinto ve ark., 2012).

Tritikale tanelerinde protein miktarı ve içeriği, hayvan ve insan beslenmesi bakımından önemlidir. Hayvan yeminde yüksek proteinli rasyon hazırlanması, et ve süt kalitesinde artışa neden olmaktadır. İnsan beslenmesinde ise tanedeki protein miktarıyla birlikte protein içeriği ve kalitesi un kalitesine doğrudan etkili olduğundan çok önemlidir. Tritikale tanesinde protein miktarı %9-20 arasında değişiklik göstermektedir. Taneleri cılız, küçük tane boyutlu ve bin tane ağırlığı daha düşük olan tritikale çeşitlerinde protein oranı yaklaşık %14-20 arasında olup; iri taneli, bin tane ağırlığı yüksek, dolgun tanelerdeki nişasta miktarı yüksek çeşitlerde protein oranı daha düşüktür (Oettler, 2005). Hekzaploid tritikale genotiplerinde kışlık genotiplerin proteinleri %9-14 arasında olup, yazlık tritikaleler ise %10-25 arasında daha fazladır. Protein miktarı, genotip, çevre ve yıl faktörlerinden yüksek seviyede etkilenir (Bona ve ark., 2002; Alaru ve ark., 2003; Rakha ve ark., 2011; Langó ve ark., 2017). Tritikale tanelerinde protein, kül, tane sertliği vb. parametrelerin ölçümünde NIR, etkili bir yöntem olarak araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır (Manley ve ark., 2013). Bu bağlamda, tüm dünyada NIR standartları yöntem olarak kabul edilmiştir. Bazı araştırmacılar, tritikale genotiplerinde gerçekleştirdikleri 18 yıllık ıslah programlarında genotiplerin protein miktarının %0.2 oranında arttığını bildirmişlerdir (Schori ve ark., 2007). Yapılan ıslah çalışmaları doğrultusunda protein miktarındaki artışlar gerçekleştirilmiş olsa da, protein kalitesi insan beslenmesinde kullanılmak için istenilen normlarda değildir. Özellikle un kalitesinin az olması nedeniyle ekmek yapma kalitesi düşüktür. Tritikalede buğdayda bulunan *Triticum tauschii*'den gelen D genomunun

bulunmaması yerine çavdar genomlarının görevi üstlenmesi, buğdaydan daha düşük kalitede un oluşumuna neden olmaktadır. İnsan beslenmesinde kullanılması amaçlanan tritikaleler için protein kalitesinin artırılması amacıyla farklı kombinasyonlarla ıslah ve diğer umut verici çalışmalar devam etmektedir. Gluten proteinlerinin yapısını ve miktarını düzenlemek, elde edilen olumlu gelişmelerden bazılarıdır. 1A, 1B, 1D kromozomlarında HMW-GS protein bantlarından 1A kromozomunda bulunan 2*, 1B kromozomunda bulunan 13+16 bantlarının yer aldığı buğdayların ebeveyn hat olarak kullanılarak çavdar ile melezlenmesi durumu, gluten protein kalitesi daha yüksek olan tritikale genotiplerinin meydana gelmesiyle sonuçlanmıştır (Dennett ve ark., 2013a). Türkiye'de SDS-PAGE yöntemiyle buğdayda çok sayıda HMW-GS çalışması gerçekleştirilmektedir (Şekil 8-10; Naneli, 2021; Naneli, 2023). Bazı araştırmacılar, buğdaydaki küçük kromozom segmentlerinin tritikaleye ilavesi sonucunda pişirme kalitesinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Özellikle 1D kromozomundaki allelerin translokasyon ile tritikaleye aktarılması sonucunda umut verici sonuçlar saptanmıştır (Lukaszewski, 2006). Belirtilen translokasyonlar ile un kalitesinin gelişiminde olumlu sonuçlar elde edilmiş olup, ekmek yapımında istenilen kalitenin elde edilmesi amacıyla tritikalenin kalite bakımından geliştirilmesi işlemlerinin devam etmesi gerekmektedir. Özellikle bazı araştırmacılar, buğday 1A ve 1B genomlarındaki glutenin protein kısımlarının tritikaleye dahil edilmesinin, tritikale unundan ekmek yapma kalitesini istenilen seviyelere ulaştıracağını bildirmişlerdir (Wos ve ark., 2008; Grabovets ve ark., 2013). Tritikalede beta-glukan oranlarının düşük (%0.5-1) olması da kaliteyi olumsuz etkileyen diğer faktördür (Rakha ve ark., 2011, 2013). Gluten kalitesiyle birlikte düşme sayısı yüksek, amilaz aktivitesi düşük, verimli tritikale çeşitleri geliştirmek tüm araştırmacıların temel amacıdır. Tritikalede başaklanma dönemi sırasında görülen farklı enzimlerin aktivasyonu sonucunda, tane-nişasta kısmındaki reaksiyonların düşme sayısının azalmasına neden olan faktörler arasında yer aldığı belirtilmektedir.

Tritikalede insan beslenmesinde kullanımını kısıtlayan olumsuz özelliklerden bir tanesi de alfa-amilaz aktivitesinin yüksekliğidir. Islah edilen birçok bitkide parametreler, ebeveyn hatlardan aktarılmış ve baskın olsa da, düşük olasılıklı bazı durumlarda ebeveyn hatların özellikleri jenerasyonlarda çekinik olabilir. Örneğin, buğday ve çavdar ebeveyn hatlardan geliştirilen



Şekil 8: Sodyum dodesil sülfat–poliakrilamid jel elektroforez analizi ve buğday HMW-GS bantlarının belirlenmesi



Şekil 9: Sodyum dodesil sülfat–poliakrilamid jel elektroforez analizi ve buğday HMW-GS bantlarının belirlenmesi



Şekil 10: Sodyum dodesil sülfat–poliakrilamid jel elektroforez analizi ve buğday HMW-GS bantlarının belirlenmesi

tritikale çeşitlerinde düşme sayısı düşük olurken, buğday ve çavdarda daha yüksektir (Randhawa ve ark., 2015). Bu durum, farklı ploidi yapısındaki ebeveynlerin melezlenmesi sonucu oluşan kromozomal istikrarsızlık ile jenerasyonda meydana gelen yüksek miktarda genetik varyasyonun, bazı olumlu özelliklerin çekinik kalmasına neden olmasıyla açıklanabilir (Oettler, 2005). Yapılan çalışmalarda bazı araştırmacılar, tritikale düşme sayısının 62-203 saniye arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir (Dennett ve ark., 2013b). Düşme sayısının belirlenmesinde uygulanan yöntemde farklı alet ve ekipmanlar (kitler, moleküler, fiziksel cihazlar vb.) kullanılabilir (Mares ve Oettler, 1991; De Laethauwer ve ark., 2009, 2012). Tritikale düşme sayısında diğer tahıl cinslerine göre farklı etkileşimler meydana geldiğinden, kıyaslamalar bazı olumsuzlukların kaldırılması sonucunda yapılmalıdır. Gerçekleştirilen ıslah programları doğrultusunda düşme sayısında iyileştirmeler gözlenmektedir. Bu durum, ıslah programlarında geri melezleme ve seleksiyon yöntemlerinin artırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

İnsan beslenmesinde kullanımı bakımından tritikale, genellikle buğdaydan yüksek, çavdardan ise düşük lif miktarına sahiptir. Hayvan beslenmesinde kullanılmak amacıyla rasyonlara dahil edilen tritikale, lif miktarının diğer yem bitkilerine kıyasla daha düşük olmasından dolayı üreticiler tarafından daha az tercih edilmektedir. Ancak tritikale, büyükbaş ve küçükbaş hayvanların yem rasyonlarında üreticilerin ilk tercihi olmaları için yemlik olarak ıslah edilen tritikale genotiplerinde lif içeriğinin yüksek olması arzu edilmektedir. Araştırmacılar, tritikale genotiplerinde diyet lif oranlarının %13 ile %16 arasında değiştiğini ve genotipler arasındaki farklılıkların önemli olduğunu bildirmişlerdir (Rakha ve ark., 2011; Langó ve ark., 2017). Tritikale ıslah programlarında elde edilecek sonuçların talepler ve kullanım amacı doğrultusunda düzenlenmesi gerekmektedir.

Islah öncesi şu unsurlar dikkate alınarak ebeveyn hat seçilmeli ve ıslah programı başlatılmalıdır:

- Oluşturulacak ürüne göre fırıncı ve değirmenci talepleri,
- Yem olarak tane özellikleri,
- Silaj, saman vb. yem özellikleri,
- Biyoetanol imalatı sırasındaki gerekli özellikler (Randhawa ve ark., 2015).

Tritikalelerin endospermilerinin protein yapıları, önemli kalite parametreleri arasında yer almaktadır. Endosperm proteinlerinin genetik temellerinin saptanması, bitkilerde ıslah açısından gen havuzu oluşturulması aşamasında önemlidir. Özellikle yabancı kromatinlerin varlığının saptanması, gen manipülasyonlarının gerçekleştirilmesi ve kromozomların belirteç olarak takibi, protein genlerinin aktifleştirilmesinde etkilidir. Ekmeklik buğdaylarda bulunan D genomlarının bazı gliadin genlerinin ifade oluşumlarını baskıladığı bildirilmiştir (Galili ve Feldman, 1984).

3.5. Yeni Nesil Tritikale Çeşitlerinde İlerleme

19. yüzyılın ortalarından itibaren kuraklığa dayanıklı ve verimli, tüketici taleplerini karşılayan çeşitler geliştirmek, araştırmacıların amaçlarını oluşturmuştur. Kanada’da başlayan yetiştirme ve ıslah programları, Manitoba Üniversitesi’nde başlamıştır. 1970’li yıllarda, CIMMYT’de elde edilen tritikale hatlarıyla melezlemeler yapılarak ıslah programları devam etmiştir. Seleksiyon ıslahıyla bazı verim parametrelerinde performans artışı sağlanmıştır. Manitoba Üniversitesi araştırmacıları tarafından, CIMMYT materyal katkılarıyla gerçekleştirilen ıslah programlarında Carman, ilk istenilen seviyede özelliklere sahip tritikale çeşidi olarak geliştirilmiştir. Belirtilen çeşit, insan beslenmesinde tane verimi yüksek, hayvan beslenmesinde ise yem verimi yüksek bir çeşittir. Tane verim ve kalite bakımından tritikale çeşitlerinde benzer durum Türkiyede de görülmektedir (Tablo 8, 9).

Carman çeşidinin kılçıklılık durumu, hayvan beslenmesinde olumsuz bir durum olarak görülme ihtimali nedeniyle Tyndal ve Taza gibi az kılçıklı tritikale çeşitleri geliştirilmiştir. Araştırmacılar, bazı parametreleri yüksek çeşitler geliştirdikçe, 1983 yılında az kılçıklı tritikale çeşidi geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır. Az kılçıklı olarak üretilen materyaller belirlenmiş olup, 1994 yılından itibaren introdüksiyon materyalleri ve ebeveyn hatlar olarak ıslahçılar tarafından kullanılmaya başlanmıştır (Salmon ve ark., 1996). Bazı lokasyonlarda (Batı Parkland vb.) erkenci çeşit talepleri doğrultusunda verimlilik temel amacı ikinci plana atılmıştır. Tyndal, Taza, Bunker çeşitleri, azaltılmış kılçıklılık, yüksek tane ve yem verimi, yüksek besin değerleri ile dikkat çekmektedir. Fusarium’a karşı orta düzeyde dayanıklıdırlar. Sert kışlara dayanıklı kışlık Wintri tritikale çeşidi geliştirilmiştir. Wintri ve Pika çeşitleri,

Tablo 8: Türkiye’de üretilen tescilli çeşitler ve özellikleri

| No | Adı | Kuruluş |
|----|-------------|--------------------------------|
| 1 | Tatlıcak-97 | Bahri Dağdaş Tar. Arş. Enst. |
| 2 | Alperbey | Bahri Dağdaş Tar. Arş. Enst. |
| 3 | Mikham-2002 | Bahri Dağdaş Tar. Arş. Enst. |
| 4 | Özer | Bahri Dağdaş Tar. Arş. Enst. |
| 5 | Sarp | Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst. |
| 6 | Karma 2000 | Geçit Kuşağı Tar. Arş. Enst. |
| 7 | Toygar | Ege Tar. Arş. Enst. |
| 8 | Egeyıldızı | Ege Tar. Arş. Enst. |
| 9 | Ümranhanım | Doğu Anadolu Tar. Arş. Enst. |
| 10 | Ümranhanım2 | Doğu Anadolu Tar. Arş. Enst. |
| 11 | Mehmetbey | Doğu Akdeniz Tar. Arş. Enst. |
| 12 | Ayşehanım | Doğu Akdeniz Tar. Arş. Enst. |
| 13 | Truva | Trakya Tarım ve Vet. Tic. |
| 14 | Collegial | Granar Tarım |
| 15 | Respekt | Tarar Un ve Gıda San. |
| 16 | Cosinus | KWS Türk Tarım Tic. A.Ş. |
| 17 | Esin | GAP Tar. Arş ve Eğtm. Mer. |
| 18 | Melihbey | Olgunlar Turizm Tarım Enerji |
| 19 | NT09423 | Büke Tarım ve Hayvancılık |
| 20 | Ocenia | Tekcan Toh. Tar. Ürünleri San. |
| 21 | Bc Goran | BC İstitut Tarım Ürünleri San. |
| 22 | Kinerit | Osm Tohumculuk San. |
| 23 | Bera | Yonca Tarım ve İh. Mad. |
| 24 | NT07403 | Büke Tarım ve Hayvancılık |
| 25 | Vardem | Olgunlar Turizm Tarım Enerji |
| 26 | Misionero | Semillas Fito Tarım Sanayi |
| 27 | Okkan 54 | Mısır Arş. Enst. |
| 28 | Kereon | Tarım İşletmeleri Gen. Müd. |
| 29 | Tribeca | FD Tohum A.Ş. |
| 30 | Ahenk | Ekmen Tarım Ltd. Şti. |
| 31 | Sileno | Ayer Gıda Tarım Ürünleri |

Tablo 9: Türkiye’de üretim izinli çeşitler ve özellikleri

| No | Adı | Kuruluş |
|----|----------|--------------------------------|
| 1 | Oflaz 42 | Taşpınar Tarım Tic. ve San. |
| 2 | Martiri | Maro Tarım Tic. ve San. |
| 3 | Rambo | Ekmen Tarım |
| 4 | Sekin 23 | Mısır Arş. Enst. |
| 5 | Tritek | Tekcan Toh. Tar. Ürünleri San. |

saman ve silaj olarak yemlik amaçlı geliştirilmiş çeşitlerdir. Bazı araştırmacılar kılçıklılık özelliklerini azaltmaya, erkencilğe ve yem kalitesine odaklanmıştır. Kışlık olarak Luoma ve Meztzger çeşitleri ön plana çıkmaktadır.

Türkiye’de 31 adet tescilli, 5 adet üretim izinli çeşit geliştirilmiştir (Tablo 8, 9). Bu çeşitler, yazlık, kışlık ve alternatif türler olup, tane ve yemlik olarak kullanılmaktadır. Çeşitlerin başak yapısı beyaz, sarı, kahverengi ve kılçıklı olabilir. Çeşitler genellikle yüksek tane protein miktarı ve kalitesine sahip olup, yemlik olarak kullanımı ön plana çıkmaktadır. Yazlık ve kışlık tritikalelerde artan yem maliyetleri düşünüldüğünde, büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar için iyi bir yem kaynağıdır. Çeşitlerin tercihleri, bölgeye adaptasyon kabiliyeti, yüksek verim ve kalite gibi işletmelerin talepleri doğrultusunda değişiklik göstermektedir. Özellikle bazı lokasyonlarda yemlik olarak kılçıkları azaltılmış tritikale çeşitleri ön plana çıkmaktadır. Yemlik olarak yetiştiriciliği sırasında baklagillerle karışık ekim, ürün kalitesini artırmakta ve topraktan tritikalenin tükettiği besin maddelerinin bir kısmı, baklagiller vasıtasıyla N ve organik madde olarak toprağa geri sağlanmaktadır. Yemlik olarak üretimi gerçekleştirilen tritikale çeşitlerinde, erkenci çeşitlerin tercih edilmesi, ilkbahar döneminde verimliliği daha da artıracaktır.

Tritikalelerin yem kalitesi, tanede sarı olum döneminin ortalarında elde edilmektedir. Belirtilen dönemde, diğer tahıl cinsleriyle kıyaslandığında, yulaftan daha kaliteli olup, mısır ve yazlık arpadan düşük kalitededir. Sarı olum evresinde tritikale bitkilerinde hücre duvarı sindirilebilirliğinin artırılması çalışmaları, kalite üzerinde olumlu bir etki sağlayabilir. Et ve süt sığırcılığında yemlik olarak kullanılan tritikale bitkisi, karışık ekimlerde yüksek kalitesinden dolayı diğer tahıl cinsleriyle rekabet edebilmektedir. Özellikle süt

sığırılığında, yem rasyonlarında yer alması, işletmelerde süt verimini artırdığı bilinmektedir. Belirtilen durum, çeşitlerin yetiştirilme koşullarına adaptasyon yetenekleri ve genetik özelliklerinin yüksek olmasının verimliliği daha da artıracakını göstermektedir. Tek yıllık bitki olarak karışımlar halinde meralarda da kullanılmaktadır. Kanada gibi farklı ülke ve bölgelerde, büyükbaş hayvanlar için kış aylarında yem olarak kullanılmaktadır. Biyokütle verimliliklerinin artırılmasına yönelik araştırmaların artması, işletme kârlılıklarını yükseltecektir.

Kaynaklar

- Appels, R. ve Dvorak, J. (1982). Relative rates of divergence of spacer and gene sequences within rDNA region of species in the Triticeae: Implications for the maintenance of homogeneity of a repeated gene family. *Theor Appl Genet* 63:361-365.
- Armstrong, K.C., Nakamura, C. ve Keller, W.A. (1983). Karyotype instability in tissue culture regenerants of triticale xtriticosecale Wittmack cv. Welsh from 6-month-old callus cultures. *Z. Pflanzenzüchtg.* 91:233-45.
- Appels, R., Moran, L.B. ve Gustafson, J.P. (1986). The structure of DNA from the rye (*Secale cereale*) Nor-R1 locus and its behaviour in wheat backgrounds. *Can. J. Genet. Cytol.* 28:673-685. 125.
- Abdelkader, B. ve Zeghida, A. (1996). Development of triticale as a forage and a grain in Algeria. In: Guedes-Pinto H et al (eds) *Triticale: today and tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 859–865. ISBN-13:978-94-010-6634-1.
- Agyare, J.A., Wright, R.L. ve Jessop, R.S. (1996). The effects of sowing date on the date of growth and yield of dual purpose and grazing triticales under cool Australian conditions. In: Guedes-Pinto H et al (eds) *Triticale: today and tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 851–857. ISBN-13:978-94-010-6634-1.
- Aguirre, A., Badiali, O., Cantarero, M., Leon, A., Ribotta, P. ve Rubiolo, O. (2002). Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in Argentine triticales. *Cereal Res Commun* 30:203–208.
- Alaru, M., Laur, Ü. ve Jaama, E. (2003). Influence of nitrogen and weather conditions on the grain quality of winter triticale. *Agron Res* 1:3–10.
- Aasen, A., Baron, V.S., Clayton, G.W., Dick, A.C. ve McCartney, D.H. (2004). Swath grazing potential of spring cereals, field pea and mixtures with other species. *Can J Plant Sci* 84:1051–1058.

- Anderson, J.A. (2007). Marker-assisted selection for Fusarium head blight resistance in wheat. *Int J Food Microbiol* 119:51–53.
- Abdelrahman, M.M., AlOmary, A.M. ve Al-Hamadani, M. (2008). Use of triticale grains in broiler chick diets containing dry fat. *Emir J Food Agric* 20:41–50.
- Akcura, M. (2009). Genetic variability and interrelationship among grain yield and some quality traits in turkish winter durum wheat landraces. *Turkish J Agric* 33:547–556.
- Amat, S., McKinnon, J.J., Simko, E. ve Hendrick, S. (2014). Evaluation of feeding corn or wheat dried distillers' grains with solubles on animal health of finishing feedlot steers. *Can J Anim Sci* 94:525–531.
- Bleier, H. (1928). Genetik und Cytologie teilweise und ganz steriler Getreidebastarde. *Bibliographia Genetica*. 4:321-400.
- Blakeslee, A. (1937). De'doublement du nombre de chromosomes chez les plantes par traitement dirip:. *CR Acad Sci Paris* 205:476-79.
- Blakeslee, A.F. ve Avery, A.G. (1937). Methods of inducing doubling of chromosomes in plants. *J Hered* 28:392–411.
- Berg, K.H. ve Oehler, E. (1938). Untersuchungen iiber die cytogenetik amphidiploider weizen- roggen- bastarde Züchter. 10: 226-38.
- Borlaug, N.E. (1968). Wheat breeding and its impact on world food supply. In: Finley KW, Sheppard KW (eds) *Proceedings of 3rd international wheat genetics symposium*, Canberra, Australia, pp 1–36.
- Briggle, L.W. (1969). Triticale -a review. *Crop Sci*. 9:197-02.
- Boyd, W.J.R., Sisodia, N.S. ve Larter, E.N. (1970). A comparative study of the cytological and reproductive behaviour of wheat and triticale subjected to two temperature regimes. *Euphytica*. 19:470-497.
- Bennett, M.D., Chapman, V. ve Riley, R. (1971). The duration of meiosis in pollen mother cells of wheat, rye and triticale. *Proc Roy Soc London B* 178: 259-75.

- Bennett, M.D. ve Kaltsikes, P.I. (1973). The duration of meiosis in a diploid rye, a tetraploid wheat and the hexaploid Triticale derived from them. *Can J Genet Cytol.* 15:671-79.
- Brown, A.R. ve Almodares, A. (1976). Quantity and quality of triticale forage compared to other small grains. *Agron J.* 68:264–266.
- Bennett, M.D. (1977). Heterochromatin, endosperm nuclei and grain shrivelling in wheat- rye genotypes. *Heredity.* 39: 411-419.
- Bao, W.K. (1984). Evaluation of primary strains in breeding work of octoploid triticale. *Eucarpia ~ on Triticale Clermont Ferrand, France.*
- Bernard, M., Bernard, S. ve Saigne, B. (1985a). Tetraploid triticales: investigations on their genome and chromosome constitution. *Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France.* 277-88.
- Bernard, S. ve Gay, G. (1985). Introduction of *Aegilops ventricosa* germplasm into hexaploid triticale. *Eucarpia meeting on Triticale Clermont Rerrand, France.* 221-24.
- Bernard, M., Gay, G. ve Saigne, B. (1985b). Study of the fertility and chromosome behaviour of 3 successive generations obtained following crosses between octoploid and tetraploid triticale. In: Bernard M, Bernard S, editors. *Genetic and breeding of triticale. Proc 3rd Eucarpia Meeting on Triticale, Clermont-Ferrand, France.* 245-257.
- Badaeva, E.D., Badaev, N.S., Bolsheva, N.L. ve Zelenin, A.V. (1986). Chromosome alterations in the karyotype of triticale in comparison with the parental forms. i. Heterochromatin regions of R genome chromosomes. *Theor Appl Genet.* 72:518-23.
- Berkenkamp, B. ve Meeres, J. (1987). Mixtures of annual crops for forage in central Alberta. *Can J Plant Sci.* 67:175–183.
- Baum, M. ve Lelley, T. (1988). A new method to produce 4x triticales and their application in studying the development of a new polyploid plant. *Plant Breed.* 100: 260- 67.

- Bebeli, P.J., Karp, A. ve Kaltsikes, P.J. (1988). Plant regeneration and somaclonal variation from cultured innature embryos of sister lines of rye and triticales differing in their content of heterochromatin. 1. Morphogenetic response. *Theor Appl Genet.* 75: 929-936.
- Bernard, S. (1988). In vitro androgenesis in hexaploid triticales: determination of physical conditions increasing embryod and green plant production. *Z Pflanzenziichtg.* 85: 308-321.
- Bernardo, A., Diaz, F. ve Jouve, N. (1988a). Chromosome factors affecting pairing in progenies of 6x-triticales x *Triticum turgidum* L ssp *turgidum* cony. *durum* Desf . *Heredity.* 60:455-61.
- Bernardo, A., Garcia, M. ve Jouve N. (1988b). The effect of *Secale cereale* L. heterochromatin on wheat chromosome pairing. *Genetica.* 77:89-95.
- Bernardo, A., Luengo, P. ve Jouve, N. (1988c). Chromosome constitution in G₂ and G₃ progenies of 6x-triticales x *T. turgidum* L hybrids. *Euphytica.* 37:157-66.
- Bernard, S. (1989). Direct embryogenesis and plant production through in vitro androgenesis in triticales and wheat. *Votr Pflanzenziichtg.* 15:7-15.
- Badaev, N.S., Badaeva, E.D., Dubovets, N.I., Bolsheva, N.L., Bormotov, V.E. ve Zelenin, A.V. (1992). Formation of a synthetic karyotype of tetraploid triticales. *Genome.* 35:311-17.
- Bebeli, P.J. ve Kaltsikes, P.I. (1992). The effect of rye telomeric heterochromatin on the nature and size of variance in regenerated families of hexaploid triticales. *J Genet Breed.* 46: 359-62.
- Baron, V.S., Najda, H.D., Salmon, D.F. ve Dick, A.C. (1992). Post-flowering forage potential of spring and winter cereal mixtures. *Can J Plant Sci.* 72:137-145.
- Baron, V.S., Najda, H.G., Salmon, D.F. ve Dick, A.C. (1993). Cropping systems for spring and winter cereals under simulated pasture: yield and yield distribution. *Can J Plant Sci.* 73:703-712.

- Brand, T.S. ve Van der Merwe, G.D. (1993). Comparison of different protein sources in enriched grain mixture for fattening lambs. *S Afr J Anim Sci.* 23:13–17.
- Brand, T.S. ve van der Merwe, G.D. (1994). Comparison of triticale cultivars with maize grain for finishing lambs (Short Communication). *S Afr J Anim Sci.* 24:143–146.
- Baier, A.C. ve Gustafson, J.P. (1996). Breeding strategies for triticale. In: *Triticale: today and tomorrow: developments in plant breeding*, vol 5. Springer, Berlin, pp 563–569.
- Baron, V.S., Dick, A.C., Salmon, D.F. ve McLeod, J.G. (1999). Fall seeding date and species effects on spring forage yield of winter cereals. *J Prod Agric.* 12:110–115.
- Blaney, B.J., McKenzie, R.A., Walters, J.R., Taylor, L.F., Bewg, W.S., Ryley, M.J. ve Maryam, R. (2000). Sorghum ergot (*Claviceps africana*) associated with agalactia and feed refusal in pigs and dairy cattle. *Aust Vet J.* 78:102–107.
- Bona, L., Purnhauser, L., Acs, E., Beke, B., Aniol, A., Boros, D. ve Cyran, M. (2002). Yield and protein content of winter versus spring triticale genotypes. In: Arseniuk E (ed) *Proceedings of 5th international triticale symposium*, 30 June–5 July 2002; Radzikow, vol 2. Plant Breeding and Acclimatization Institute, Radzikow, pp 433–438.
- Bona, L. (2004). Triticale in Hungary. In: Mergoum M, Gómez-Macpherson H (eds) *Triticale improvement and production: FAO plant production and protection paper*, vol 179. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 119–122.
- Barnett, R.D., Blount, A.R., Pfahler, P.L., Bruckner, P.L., Wesenberg, D.M. ve Johnson, J.W. (2006). Environmental stability and heritability estimates for grain yield and test weight in triticale. *J Appl Genet.* 47:207–213. doi:10.1007/BF03194625.

- Bender, D.A. (2006). *Benders' dictionary of nutrition and food technology*, 8th edn. Woodhead Publishing, Abington. p 480.
- Brown, B.D. (2006). Winter cereal-corn double crop forage production and phosphorus removal. *Soil Sci Soc Am J.* 70:1951–1956.
- Buckner, C.D., Erickson, G.E., Mader, T.L., Colgan, S.L., Karges, K.K. ve Gibson, M.L. (2007). Optimum levels of dry distillers grains with solubles for finishing beef steers. *Nebr. Beef Cattle Rep MP.* 90:36–38.
- Beltranena, E., Salmon, D.F., Goonewardene, L.A. ve Zijlstra, R.T. (2008). Triticale as a replacement for wheat in diets for weaned pigs. *Can J Anim Sci.* 88:631–635.
- Blazek, J. ve Copeland, L. (2008). Pasting and swelling properties of wheat flour and starch in relation to amylose content. *Carbohydr Polym.* 380–387:71.
- Bilgili, U., Aydogan Cifci, C., Hangoglu, H., Yagdai, K. ve Acikgoz, E. (2009). Yield quality of triticale forage. *J Food Agric Environ* 7:556–560.
- Baron, V.S., Aasen, A., Oba, M., Dick, A.C., Salmon, D.F., Basarab, J.A. ve Stevenson, C.F. (2012). Swath-grazing potential for small-grain species with a delayed planting date. *Agron J.* 104:393–404.
- Beres, B.L., Skovmand, B., Randhawa, H.S., Eudes, F., Graf, R.J. ve McLeod, J.G. (2012). Sunray spring triticale. *Can J Plant Sci* 92:363–367.
- Baron, V., Beauchemin, K., Juskiw, P. ve Doce, R.R. (2014). Managing short-season corn and small-grain silage in Western Canada. In: Oba M (ed) *Proceedings of 35th western nutrition conference*, 24 and 25 Sept 2014. Edmonton, AB. pp 147–161. ISBN:1-896110-33-9.
- Blum, A. (2014). The abiotic stress response and adaptation of triticale—a review. *Cereal Res Commun.* 42:359–375. doi:10.1556/CRC.42.2014.3.1.
- Baron, V.S., Juskiw, P.E. ve Aljarrah, M. (2015). Triticale as a Forage. Chapter 10, F. Eudes (ed.), *Triticale*. DOI 10.1007/978-3-319-22551-7_10.

- Clausen, R.E. ve Goodspeed, T.H. (1925). Interspecific hybridization in *Nicotiana*. II. A tetraploid glutinosatabacum hybrid. *Genetics*. 10:278-84.
- Chaudry, M.N. (1968). Synthesis of tetraploid triticale. PhD Thesis Univ Complutense of Manitoba, Winnipeg, Canada.
- Chen, C., Qualset, C.O. ve Stanford, E.H. (1977). Meiotic studies of secondary 42- chromosome triticales. *Brt Bull Academia Sinica*. 18:89-99.
- Cherney, J.H. ve Marten, G.C. (1982a). Small grain crop forage potential: I. Biological and chemical determinants of quality and yield. *Crop Sci*. 22:227–231.
- Cherney, J.H. ve Marten, G.C. (1982b). Small grain crop forage potential: II. Morphological, and anatomical determinants of quality. *Crop Sci*. 22:240–245.
- Ciha, A.J. (1983). Forage production of triticale relative to other spring cereals. *Agron J*. 75:610–613.
- Charmet, G. ve Bernard, S. (1984). Diallel analysis of androgenic plant production in hexaploid triticale xTriticosecale Wittmack. *Theor Appl Genet*. 69:55-61.
- Cooper, K. (1985). *The Australian Triticale Cookery Book*. Savvas Publishing, 81 pp.
- Charmet, G., Bernard, S. ve Bernard, M. (1986). Origin of anuploid plants obtained by anther culture in triticale. *Can I Genet Cytol*. 28:444-52.
- Carnide, O. ve Guedes-Pinto, H. (1990). Forage aptitude of primary 8x-Triticale compared with rye and Wilt progenitors. *Porc 2nd Int Triticale Syrup Passo Fundo, Brazil*. 536-41.
- Chapko, L.B., Brinkman, M.A. ve Albrecht, K.A. (1991). Oat, oat-pea, barley, and barley-pea for forage yield, forage quality and alfalfa establishment. *J Prod Agric*. 4:486–491.

- Camire, M. (1991). Protein functionality modification by extrusion cooking. *J Am Oil Chem Soc.* 68:200–205.
- Cromwell, G.L., Herkelman, K.L. ve Stahly, T.S. (1993). Physical, chemical, and nutritional characteristics of distillers dried grains with solubles for chicks and pigs. *J Anim Sci.* 71:679–686.
- Cuadrado, A. ve Jouve, N. (1994). Mapping and organization of highly-repeated DNA sequences by means of simultaneous and sequential FISH and C-banding in *xTriticosecale*. *Chromosome Res.* 2:331-38.
- Chopra, V.L. (2000). *Plant breeding—theory and Practice* 2nd edn. Oxford and IBH Publisher Pvt. Ltd, New Delhi. p 10.
- Carr, P.M., Horsley, R.D. ve Poland, W.W. (2004). Barley, oat and cereal-pea mixtures as dryland forages in the northern great plains. *Agron J.* 76:677–684.
- Chrenková, M., Čerešňáková, Z., Formelová, Z., Poláčiková, M., Mlyneková, Z. ve Flák, P. (2012). Chemical and nutritional characteristics of different types of DDGS for ruminant. *J Anim Feed Sci.* 21:425–435.
- Çiftci, İ., Yenice, E. ve Eleroglu, H. (2003). Use of triticale alone and in combination with wheat or maize: effects of diet type and enzyme supplementation on hen performance, egg quality, organ weights, intestinal viscosity and digestive system characteristics. *Anim Feed Sci Tech.* 105:149–161.
- Darvey, N.L. ve Driscoll, C.J. (1972). Nucleolar behaviour in *Triticum*. *Chromo soma* 36:131-139.
- Da Silva, F.F., Pereira, M.G., Ramos, H.C.C., Jubior, P.C.D.J., Pereira, T.N.S., Gabriel, A.P.C., Viana, A.P. ve Ferreguetti, G.A. (2008). Selection and estimation of the genetic gain in segregating generations of papaya (*Carica papaya* L.). *Crop Breed Appl Biot.* 8:1–8.
- De Laethauwer, S., Reheul, D., De Riek, J. ve Haesaert, G. (2009). The use of Vp1 in real time RT-PCR to select for pre-harvest sprouting tolerance in triticale. *Euphytica.* 168:379–384. doi:10.1007/ s10681-009-9930-7.

- Di Mavungu, J.D., Larionova, D.A., Malysheva, S.V., Van Peteghem, C. ve de Saeger, S. (2011). Survey on ergot alkaloids in cereals intended for human consumption and animal feeding. European Food Safety Authority, Parma.
- De Laethauwer, S., Reheul, D., De Riek, J. ve Haesaert, G. (2012). Vp1 expression profiles during kernel development in six genotypes of wheat, triticale and rye. *Euphytica*. 188:61–70. doi:10.1007/s10681-011-0613-9.
- Dennett, A.L. ve Trethowan, R.M. (2013). The influence of dual-purpose production on triticale grain quality. *Cereal Res Commun*. 41:448–457. doi:10.1556/CRC.2013.0022.
- Dennett, A.L., Cooper, K.V. ve Trethowan, R.M. (2013a). The genotypic and phenotypic interaction of wheat and rye storage proteins in primary triticale. *Euphytica*. 194:235–242. doi:10.1007/s10681-013-0950-y.
- Dennett, A.L., Wilkes, M.A. ve Trethowan, R.M. (2013b) Characteristics of modern triticale quality: the relationship between carbohydrate properties, alpha-amylase activity, and falling number. *Cereal Chem*. 90:594–600. doi:10.1094/CCHEM-10-12-0129-R.
- Eigsti, O. (1938). A cytogenetical study of colchicine effects in the induction of polyploidy in plants. In: *Nat Acad Sci*. 24:56-63.
- Estrada-Campuzano, G., Slafer, G.A. ve Miralles, D.J. (2012). Differences in yield, biomass and their components between triticale and wheat grown under contrasting water and nitrogen environments. *Field Crops Res*. 128:167–179. doi:10.1016/j.fcr.2012.01.003.
- Florell, V.H. (1931). A genetic study of wheat x rye hybrids and back crosses. 1. *Agr. Res*. 42:315-339.
- Forlani, R. (1954). *Il frumento, aspetti genetici del miglioramento della cultura granaria*. Monografie di Genetica Agraria. Pavia. 315.

- Ford, M.A., Austin, R.B., Gregory, R.S. ve Morgan, C.L. (1984). A comparison of grain and biomass yields of winter wheat, rye and triticale. *J Agric Sci Camb.* 103:395–403.
- Flavell, R.B., O'Dell, M., Sharp, P., Nevo, E. ve Beiles, A. (1986a). Variation in the intergenic spacer of ribosomal DNA of wild wheat, *Triticum dicoccoides*, in Israel. *Mol. BioI. Evol.* 3(6):547-558.
- Flavell, R.B., O'Dell, M.P., Vicente, M., Sarclana, R. ve Barker R.F. (1986b). *Phil Trans R Soc London. ser B*, 314,385-97.
- Flavell, R.B., O'Dell, M., ve Thompson, W.F. (1988). Regulation of cytosine methylation in ribosomal DNA and nucleolus organizer expression in wheat. *J. Mol. BioI.* 204:523-534.
- Fominaya, A. ve Orellana, J. (1988). Does differential C-heterochromatin content affect chromosome pairing in octoploid triticale? *Heredity.* 61: 167-73.
- Fernandez-Escobar, J. ve Martin, A. (1989). Morphology, cytology and fertility of a trigeneric hybrid from triticale x tritordeum. *Euphytica.* 42:291-96.
- Fox, P.N., Skovmand, B., Thompson, B.K., Braun, H.J. ve Cormier, R. (1990). Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica.* 47:57–64. doi:10.1007/BF00040364.
- Felföldi, K. ve Purnhause L. (1992). Induction of regeneration callus cultures from innature embryos of 44 wheat and 3 triticale cultivars. *Cer Res Corum.* 20:273-77.
- Flieger, M., Wurst, M. ve Shelby, R. (1997). Ergot alkaloids—sources, structures and analytical methods. *Folia Microbiol.* 42:3–30.
- Furlan, A.C., Flordivina, M., Moreira, I., Scapinello, C. ve Murakami, A.E. (1999). Use of triticale (*Triticum turgidosecale*) in swine feeding during the growing phase (25–60 kg). *Rev Bras Zootec.* 28:1042–1049.
- Fields of Energy. (2006). SW Seed Limited. Available online www.swseedco.com. Accessed 21 Aug 2014.

- FAO, (2024). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>.
- Garcia Olmedo, F., Vallejo, I.M. ve de la Plaza, S. (1970). Millering and utilization of hexaploid triticale. Proc. V World Congo Cereals Bread 3: 183-187.
- Gustafson, I.P. ve Zillinsky, F.J. (1973). Identification of D-genome chromosomes from hexaploid wheat in a 42 chromosome triticale. 4th Int Wheat Genet Symp Columbia, MO, USA. 225-31.
- Giorgi, B.A. (1978). homoeologous pairing mutant isolated in *Triticum durum* cv Cappelli. Mutat Breed News. 11:4-5.
- Gupta, P.K. ve Priyadarshan, P.M. (1982). Triticale: present status and future prospects. Adv Genet. 21:255- 45.
- Gustafson, J.P. (1982). Cytogenetics of Triticale. In "Cytogenetics of crop plants" MS Swaminathan, PK Gupta, U Sinha, eds. 228-50. Macmillan India Ltd.
- Gustafson, J.P. ve Bennett, M.D. (1982). The effect of telomeric heterochromatin from *Secale cereale* L on triticalexTriticosecale Wittmack I. The influence of several blocks of telomeric heterochromatin on early endosperm development and kernel characteristics at maturity. Can J Genet Cytol. 24:83-92.
- Gupta, P.K., Priyadarshan, P.M. ve Misra, A.K. (1983). Cytogenetic studies in triticales: 1. Cytology of F₁ and F₂ hybrids involving rye. Proc 6th Int Wheat Genet Symp Kyoto Japan. 909-13.
- Gustafson, J.P., Lukaszewski, A.J. ve Bennett, M.D. (1983). Somatic deletion and redistribution of telomeric heterochromatin in the genus *Secale* and in Triticale. Chromosoma. 88:293-98.
- Galili, G. ve Feldman, M. (1984). Inter-genomic suppression of endosperm protein genes in common wheat. Can. J. Genet. Cytol. 26: 651–656.
- Guedes-Pinto, H., Rangel-Figuieredo, T. ve Carnide, O. (1984a). Aneuploidy in high yielding 6x triticale. Cereal Res Comm. 12:229-35.

- Guedes-Pinto, H., Carnide, O. ve Carnide, V.P. (1984b). New primary 8x-Triticales for Portugal. *Broteria Genet.* V LXXX: 136-46.
- Guedes-Pinto, H. ve Mello-Sampayo, T. (1985). Allo-autopolyploid triticales AABBRRRR: I. Origin, behaviour and propects. *Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France.* 205-13.
- Gustafson, J.P., Lukaszewski, A.J. ve Robertson, K. (1985). Chromosome substitution and modifications in hexaploid triticales: a reevaluation. *Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France.* 15- 27.
- Gupta, P.K. ve Fedak G. (1986). Variation in induction of homoeologous pairing among chromosomes of 6x *Hordeum parodii* as a result of three triticales x *Triticosecale* Wittmack cultivars. *Can 1 Genet Cytol.* 28:420-25.
- Guedes-Pinto, H. ve Carnide O. (1987). Plantlets regeneration from in vitro culture of 6x- triticales immature spikes. *Ciencia Biologica.* supl 12 5A:208.
- Garcia, P., Soler, C. ve Jouve, N. (1988). New germplasm for triticales breeding: cytogenetic studies in segregant progenies of the cross 6x-triticales x *Triticum aestivum* L. *An Aula Dei.* 19:169-78.
- Gupta, P.K., Balyan, H.S. ve Fedak, G. (1988). A study of D/R substitutions in some spring triticales using wheat ditelocentrics. *Proc 7th Int Wheat Genet Symp Cambridge, UK.* 297-301.
- Gustafson, J.P., Dera, A.R. ve Petrovic, S. (1988). Expression of modified rye ribosomal RNA genes in wheat. *Proc. Natl. Acad. Sci., USA.* 85:3943-3945.
- Galindo, C. ve Jouve, N. (1989). C-banding in meiosis. An approach to the study of genome interactions in Triticale. *Genome.* 32: 1074-78.
- Guedes-Pinto, H., Carnide, O. ve Alpoim, F. (1989). Calli induction from triticales immature spikes. *Vortr Pflanzenzuchtg heft.* 15-1:7-14.

- Guedes-Pinto, H., Carnide, O. ve Leal F. (1990). Segmentation effect on immature spike on triticale calli. In "Plant Aging: Basic and Applied Approaches" R. Rodriguez et al, eds Plenum Press, New York. 361-65.
- Giorgi, B. (1991). A male-sterile mutant of durum wheat. II. Induction of haploid plants in wheat and triticale. preliminary results. *Cer Res Comm.* 19:267-68.
- Gupta, P.K. ve Reddy, V.B.K. (1991). Cytogenetics of Triticale -A man made cereal. In "Chromosome Engineering in Plants: genetics, breeding, evolution" PK Gupta and T Tsuchiya, eds. Elsevier, Part A 1991:335-59.
- Gonzalez, J.M., Lopez, L.A., Bernard, S. ve louve, N. (1993). Prolamin analysis of progenies from androgenetic plants of triticale. *Plant Breed.* 111:42-48.
- Gibb, D. (2007). Alberta feedlot management guide. [http://www1.agric.gov.ab.ca/\\$department/deptdocs.nsf/all/beef1489](http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/beef1489). Accessed 27 July 2014.
- Gibson, L.R., Nance, C.D. ve Karlen, D.L. (2007). Winter triticale response to nitrogen fertilization when grown after corn or soybean. *Agron J.* 99:49–58.
- Gibb, D.J., Hao, X. ve McAllister, T.A. (2008). Effect of dried distillers grains from wheat on diet digestibility and performance of feedlot cattle. *Can J Anim Sci.* 88:659–665.
- Greter, A.M., Penner, G.B., Davis, E.C. ve Oba, M. (2008). Effects of replacing corn dry distillers' grains with triticale dry distillers' grains on lactation performance and plasma metabolites of dairy cows. *Can J Anim Sci.* 88:129–132.
- Gowda, M., Hahn, V., Reif, J.C., Longin, C.H., Alheit, K. ve Maurer, H.P. (2011). Potential for simultaneous improvement of grain and biomass yield in central European winter triticale germplasm. *Field Crops Res.* 121:153–157. doi:10.1016/j.fcr.2010.12.003.

- Guedes-Pinto, H., Darvey, N. ve Carnide, V.P. (2012). Triticale: Today and Tomorrow. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-0329-6_8.
- Grabovets, A.I., Krokmal, A.V., Dremucheva, G.F. ve Karchevskaya, O.E. (2013). Breeding of triticale for baking purposes. Russ Agric Sci. 39:197–202. doi:10.3103/S1068367413030087.
- GRDC, 2018. Grains Research and Development Corporation.
- Hsam, S.L.K. ve Larter, E.N. (1974a). Influence of source of wheat cytoplasm on the synthesis and plant characteristics of hexaploid triticale. Can J Gen Cytol. 16:333-40.
- Hsam, S.L.K. ve Larter, E.N. (1974b). Influence of source of wheat cytoplasm on the nature of proteins in hexaploid triticale. Can J Genet Cytoll. 16:529-37.
- Hsam, S.L.K. ve Larter, E.N. (1974c). Quantitative relationships of cellular-protein, RNA, and nuclear-histone in hexaploid triticale as influenced by source of wheat cytoplasm. CanJ Genet Cytoll. 16:619-25.
- Hohmann, U. (1988). Direct use of hexaploid wheat in the production of recombined hexaploid triticale. Miller TE, Koebner RMD, editors. Proc. 7th Int. Wheat Genetics Symposium; Cambridge, England. 303-308.
- Hill, G.M. ve Utley, P.R. (1989). Digestibility, protein metabolism and ruminal degradation of Beagle 82 triticale and Kline barley fed in corn-based cattle diets. J Anim Sci. 67:1793–1804.
- Heslop-Harrison, J.S. (1991). The molecular cytogenetics of plants. Journal of Cell Sci. 100: 15-21.
- Heslop-Harrison, I.S., Leitch, A.R. ve Schwarzacher, T. (1993). The physical organization of interphase nuclei. In "The chromosome" Heslop-HarrisonIS, FlavellRB, eds. Oxford BIOS. 178-82 and 221-32.
- Hohmann, U. (1993). Stabilization of tetraploid triticale with chromosomes from *Triticum aestivum* ABDABDRR 2n = 28. Theor App Genet. 86:356-64.

- Hansen, H.B., Møller, B., Andersen, S.B., Jørgensen, J.R. ve Hansen, Å. (2004). Grain characteristics, chemical composition, and functional properties of rye (*Secale cereale* L.) as influenced by genotype and harvest year. *J Agric Food Chem.* 52:2282–2291.
- Hills, M.J., Hall, L., Messenger, D.F., Graf, R.J., Beres, B.L. ve Eudes, F. (2007). Evaluation of crossability between triticale (\times Triticosecale Wittmack) and common wheat, durum wheat and rye. *Environ Biosaf Res.* 6(4):249–257. doi:10.1051/ebr:2007046.
- Harker, K.N., O'Donovan, J.T., Blackshaw, R.E., Johnson, E.N., Holm, F.A. ve Clayton, G.W. (2011). Environmental effects on the relative competitive ability of canola and small-grain cereals in a direct-seeded system. *Weed Sci.* 59:404–415.
- He, M.L., Sultana, H., Oba, M., Kastelic, J.P., Dugan, M.E.R., McKinnon, J.J. ve McAllister, T.A. (2012). Triticale dried distillers' grain increases alpha-linolenic acid in subcutaneous fat of beef cattle fed oilseeds. *Lipids.* 47:1209–1220.
- Iesenko, F. (1915). Wheat x Rye Hybrids. 1. *Heredity.* 6:47.
- Isenbeck, K. ve Rosenstiel, K. (1950). Die Züchtung des Weizens. P. Parey Berlin und Hamburg 529.
- Jouve, N., Soler, C. ve Saiz, G. (1977). Cytoplasmic influence on the meiosis of 6x-Triticale. *Z Pflanzenzüchtg.* 78: 124-34.
- Jouve, N., Montalvo, D. ve Soler C. (1982). C-banding in cytogenetics of 6x-triticale x *Triticum aestivum* 1 hybrids. *Z Pflanzenzüchtg.* 88:311-21.
- Jouve, N., Bernardo, A. ve Sokr, C. (1984). Hybrids 6x-triticale x *Triticum turgidum* L and the obtention of its F₂ and BCI progenies. *Cer Res Comm.* 12:223-28.
- Jouve, N., Montalvo, D. ve Soler, C. (1985). Distribution of univalents in the meiosis and chromosomal analysis of the progeny of 6x triticale x common wheat hybrids. Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France. 227-37.

- Jung, C. ve Lelley, T. (1985a). Cytological and morphological expression of interactions between wheat and rye genomes in triticale. Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France. 145-52.
- Jung, C. ve Lelley, T. (1985b). Genetic interactions between wheat and rye genomes in triticale. 2. Morphological, and yield characters. *Theor Appl Genet.* 70:427- 32.
- Jung, C., Lelley, T. ve Robbelen, G. (1985). Genetic interactions between wheat and rye genome in triticale. 1. Cytological results. *Theor Appl Genet.* 70:422-26.
- Jouve, N., Bernardo, A., Garcia, M., Garcia, P. ve Soler, C. (1986). C-banding and isozyme markers to analyze the segregation of rye chromosomes in the progenies of triticale x wheat hybrids. In "Genetic Manipulation in Plant Breeding" Hom et al., eds. Walter and Gruyter, Co. New York. 163-65.
- Jouve, N. ve Giorgi, B. (1986). Analysis of induced homoeologous pairing in hybrids between triticale pH1 mutant and *Triticum aestivum* L. *Can J Genet Cytol.* 28:696- 700.
- Jedel, P.E. ve Helm, J.H. (1993). Forage potential of pulse-cereal mixtures in central Alberta. *Can J Plant Sci.* 73:437–444.
- Josephides, C.M. (1993). Analysis of adaptation of barley, triticale, durum and bread wheat under Mediterranean conditions. *Euphytica* 65:1–8. doi:10.1007/BF00022193.
- Jedel, P.E. ve Salmon, D.F. (1994). Forage potential of wapiti triticale mixtures in central Alberta. *Can J Plant Sci.* 74:515–519.
- Juskiw, P.E., Helm, J.H. ve Salmon, D.F. (2000). Forage yield and quality for monocrops and mixtures of small grain cereals. *Crop Sci.* 40:138–147.
- Karpechenko, G.D. (1927). Polyploid hybrid of *Raphanus sativus* L. and *Brassica oleracea* L. *BullAppl Bot Genet PI Breed.* 17:398-410.
- Kihara, H. (1951). Substitution of nucleus and its effects on genome manifestation. *Cytologia.* 16: 177- 93.

- Krolow, K.D. (1962). Aneuploidie und Fertilität bei amphidiploiden Weizen-Roggen-Bastarden Triticale. I. Aneuploidie und Selektion auf Fertilität bei oktaploiden Triticale-Formen. *Z Pflanzenzüchtg.* 48:177-96.
- Krolow, K.D. (1963). Aneuploidie und Fertilität bei amphidiploiden Weizen-Roggen-Bastarden Triticale. II. Aneuploidie und Fertilitätsuntersuchungen an einer oktaploiden Triticale-Form mit starker Abregulierungstendenz. *Z Pflanzenzüchtg.* 49:240-42.
- Kiss, A. (1966a). Neue richtung in der Triticale-züchtung. *Z Pflanzenzüchtg.* 55:309-29.
- Kiss, A. (1966b). Kreuzungsversuche mit Triticale. *Der Züchter.* 36:249-55.
- Kiss, A. (1966c). Experiments with hexaploid Triticale. In: Hungarian with English summary: *Novenytermeles.* vol 15, pp 311–328.
- Krolow, K.D. (1969). Cytologische untersuchungen an kreuzungen zwischen 8x und 6x Triticale. I. Untersuchungen an den Eltern, an der F1 und der F2. *Z Pflanzenzüchtg.* 62:241-71.
- Koric, S. ve Koric, M. (1970). Kako nastaju nove sorte poljoprivrednog bilja. Zagreb. 326.
- Kiss, A. (1971). A hexaploid triticales nemesitesi problemjai. *MTA Agrártudományi Közlemények.* 30: 187-96.
- Kiss, A. ve Videki, L. (1971). Development of secondary hexaploid triticales by crossing Triticale with rye. *Wheat Inf Ser.* 32:17-20.
- Krolow, K.D. (1973). 4x triticales production and use in triticales breeding. *Proc. 4th Int. Wheat Genetics Symposium, Missouri Agricultural Experiment Station, Columbia, Missouri.* 691-696.
- Kaltsikes, P. (1974). I. Univalency in Triticale. In "Triticale". *Proc of an International Symposium EI Btl Mexico.* 59-167.
- Krolow, K.D. (1974). Research work with 4x -triticales in Germany Berlin. *Proc Int Triticales Symp EI Batafi, Mexico.* 51-60.

- Krolow, K.D. (1975). Selection of 4x triticale from the cross 6x-triticale x 2x rye. Proc Eucarpia Triticale Symposium Leningrado, USSR. 114-122.
- Kiss, J.M. ve Kiss, A. (1981). Triticale results and problems. In: Hungarian with English summary: Novenytermeles. vol 30, pp 275–281.
- Kaltsikes, P.J. ve Gustafson, J.P. (1982). Factors affecting chromosome pairing in Triticale. Proc Int Symp Genetic Approaches to Crop Improvement, Karachi, Pakistan. 234-35.
- Kilcher, M.R. (1982). Effect of cattle grazing on subsequent grain yield of fall rye (*Secale cereal L.*) in southwestern Saskatchewan. Can J Plant Sci. 62:795–796.
- Kaltsikes, P.J., Lukaszewski, A.I. ve Gustafson, J.P. (1983). The effect of telomeric heterochromatin on chromosome pairing in several wheat-*Secale* hybrids. Proc 6th Int Wheat Genet Symp Kyoto Japan. 885-88.
- Krolow, K.D. (1983). New aspects for the use of 4x-triticale 2n=28 in triticale development. Proc 6th Int Wheat Genet Symp Kyoto, Japan. 903-08.
- Kochhann, C.H., Baier, A.C. ve WiethOlter, S. (1990). Harvest index, yield components and nitrogen content in triticale, wheat and rye. Proc. 2nd Int. Triticale Symp., Passo Fundo (Brazil), 71-73.
- Kaltsikes, P.I., Lukaszewski, A.J. ve Gustafson, I.P. (1991). Cross-over frequencies in chromosomes 1R and 2R of rye *Secale cereale L.*. Proc Int Triticale Symp. The Australian Institute of Agricultural Sciences, Sydney. 321-26.
- Kolster, P., van Eeuwijk, F.A. ve van Gelder, W.M.J. (1991). Additive and epistatic effects of allelic variation at the high molecular weight glutenin subunit loci in determining the hrcad-maki'ng quality of breeding lines of wheat. Euphytica. 55:277-285.
- Kapila, R.K. ve Sethi, G.S. (1993). Genotype and age effect on in vitro embryo rescue of bread wheat x hexaploid triticale hybrids. Plant Cell Tiss Org Culture. 35:287- 91.

- Kazman, E. ve Lelley, T. (1994). Rapid incorporation of D genome chromosomes into A- and/or B genomes of hexaploid triticale. *Plant Breeding*.
- Klopfenstein, T.J., Erickson, G.E. ve Bremer, V.R. (2008). Board-invited review: use of distillers by-products in the beef cattle feeding industry. *J Anim Sci*. 86:1223–1231.
- Krska, R. ve Crews, C. (2008). Significance, chemistry and determination of ergot alkaloids: a review. *Food Addit Contam Part A*. 25:722–731.
- Kilcer, T., Cherney, J., Czymmek, K. ve Ketterings, Q. (2010). Winter triticale forage. *Agronomy factsheet series. Factsheet # 56*. Cornell University Cooperative Extension. <http://nmsp.cals.cornell.edu>
- King, R. (2011). *Triticale: stock feed guide*. Waratah Seed Co., Ltd., New South Wales.
- Love, H.H. ve Craig, W.T. (1919). Fertile wheat-rye hybrids. 1. *Heredity*. 10(5): 195-207.
- Leighty, CEo. (1920). Natural wheat-rye hybrids of 1918. 1. *Heredity*. 11(3):129-137.
- Laibach, F. (1925). Das Taubwerden von Bastardsamen und die künstliche Aufzucht früh absterbender Bastardembryonen. *Zeitschrift für Botanik*. 17:417–459.
- Levytsky, G.A. ve Benetskaya, G.K. (1930). Citologiya pshenichno-rzhanykb amfidiploidov. *Trudy vsesoyuznoyo s'ezda po genetike, selektsii, semenovodstvu i plemenomu zhivotnovodstvu, tom 2*. Genetika. Leningrad.
- Lindschau, M. ve Oehler E. (1935). Untersuchungen am konstant intermediären additiven Rirupauschen Weizen-Roggen-Bastarden. *Der Zuchter*. 7:228-33.

- Lacadena, J.R. (1967). Introduction of alien variation into wheat by gene recombination. I. Crosses between mono-V 5B *Triticum aestivum* L. and *Secale cereale* L and *Aegilops columnaris* Zhuk. *Euphytica*. 16:221-30.
- Larter, E.N. ve Hsam, S.L.K. (1973). Performance of hexaploid triticales as influenced by source of cytoplasm. Proc 4th Int Wheat Genet Symp Columbia, MO, USA. 245-51.
- Lelley, T. (1974). Desynapsis as a possible source of univalents in Metaphase I of Triticale. *Z Pflanzenzuchtg*. 73:249-58.
- Leney, T. ve Larter, E.N. (1980). Meiotic regulation in triticales. Interaction of the rye genotype and specific wheat chromosomes on meiotic pairing in the hybrids. *Can J Genet Cytol*. 22:1-6.
- Larkin, P.J. ve Scowcroft, W.R. (1981). Somaclonal variation. A novel source of variability from cell cultures for plant improvement. *Theor Appl Genet*. 60:197-214.
- Larter, E.N. ve Noda, K. (1981). Some characteristics of hexaploid triticales substitution lines involving the A-, B-, and D-genome chromosomes of wheat. *Can J Genet Cytol*. 23:679-689.
- Lukaszewski, A.J. ve Apolinarska, B. (1981). The chromosome constitution of hexaploid winter triticales. *Can J Genet Cytol*. 23:281-85.
- Lukaszewski, A.J., Apolinarska, B., Gustafson, J.P. ve Krolow, K.D. (1984). Chromosome constitution of tetraploid triticales. *Z. Pflanzenzuchtg*. 93:222-236.
- Lapinski, B. ve Apolinarska, B. (1985). Polish work on 4x-triticales. Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France. 261-66.
- Lukaszewski, A.J. (1986). Mapping the D-genome from bread wheat for hexaploid triticales breeding. Proc Int Triticales Symp Sydney, Australia. 53-62.
- Lukaszewski, A.J. ve Gustafson, J.P. (1987). Cytogenetics of Triticales. *Plant Breeding Reviews*. 3:41-94.

- Lukaszewski, A.J., Apolinarska, B., Gustafson, J.P. ve Krolow, K.D. (1987a). Chromosome pairing and aneuploidy in tetraploid triticales. I. Stabilized karyotypes. *Genome*. 29:554-61.
- Lukaszewski, A.J., Apolinarska, B., Gustafson, J.P. ve Krolow, K.D. (1987b). Chromosome pairing and aneuploidy in tetraploid triticales. II. Unstabilized karyotypes. *Genome*. 29:562-69.
- Lukaszewski, A.J., Apolinarska, B. ve Gustafson, J.P. (1987c). Introduction of the Dgenome chromosomes from a bread wheat into hexaploid triticales with complete rye genome. *Genome* 29:425-430.
- Lehmann, C., Hohmann, U. ve Krolow, K.D. (1991). Tetraploid triticales with D-genome chromosomes from *Triticum aestivum* produced with autoallohexaploid triticales. *Cereal Res Comm*. 19:469-76.
- Lukaszewski, A.J. (1992). A comparison of physical distribution of recombination in chromosome 1R in diploid rye and in hexaploid triticales. *Theor Appl Genet*. 83: 1048-53.
- Lehmann, C. ve Krolow, K. (1993). Variability of morphological traits, fertility and yield- related characters of tetraploid triticales. *Cer Res Comm*. 21 :75-81.
- Lelley, T. (1996). The Verdict of Triticales — A Critical View. In: Guedes-Pinto, H., Darvey, N., Carnide, V.P. (eds) *Triticales: Today and Tomorrow. Developments in Plant Breeding*. vol 5. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-0329-6_8.
- Lumpkins, B.S., Batal, A.B. ve Dale, N.M. (2004). Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. *Poultry Sci*. 83:1891–1896.
- Lelley, T. (2006). A low-input cereal with untapped potential. In: Singh RJ, Jauhar P (eds) *Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement cereals (Chap. 13)*. vol 2. CRC Press, Boca Raton. pp 395–430.

- Li, G., He, Z., Pena, R.J., Xia, X., Lillemo, M. ve Sun, Q. (2006). Identification of novel secaloindoline-a and secaloindoline-b alleles in CIMMYT hexaploid triticale lines. *J Cereal Sci.* 43:378–386. doi:10.1016/j.jcs.2005.12.010.
- Lukaszewski, A.J. (2006). Cytogenetically engineered rye chromosomes 1R to improve bread-making quality of hexaploid triticale. *Crop Sci.* 46:2183–2194. doi:10.2135/cropsci2006.03.0135.
- Langevin, F., Eudes, F., Comeau, A., Dion, Y., Rioux, S., Randhawa, H., Fedak, G., Cao, W., Gilbert, J., Lachance, C. ve Salmon, D. (2009). Sources of type II Fusarium resistance for triticale breeding. In: 6th Canadian workshop on Fusarium head blight held in Ottawa, 1–4 Nov.
- Liu, B., McKinnon, J.J., Thacker, P. ve Yu, P. (2012). Molecular structure and metabolic characteristics of the proteins and energy in triticale grains and dried distillers grains with solubles for dairy cattle. *J Agric Food Chem.* 60:10064–10074.
- Langó, B., Bóna, L., Ács, E. ve Tömösközi, S. (2017). Nutritional features of triticale as affected by genotype, crop year, and location. *Acta Aliment.* 46, 238–245.
- Meister, G.K. (1921). Natural hybridization of wheat and rye in Russia. 1. *Heredity.* 12(10):467-471.
- Meister, N.G. ve Tyumyakov, N.A. (1927). Zhurnal opitnoy agronomii Yugo-Vostoka. Saratov, T. 4. vip. I. 87-97. (Cited from Suiima, 1976). 87.
- Meister, N.G. (1936). Fonnoobrazovatel'nyj process rzhano-pshenichnykh gibridov shenichnogo tipa. In: Meister GK, red. Rzhano-pshenichnie gibridy u processe ih izuchenija i spolzovaniya dlja selekcii. Seljhozgiz, Moskva. 15-141.
- Müntzing, A. (1936). Über die Entstehungsweise 56-chromosomiger Weizen-Roggen Bastarde. *Zuchter.* 8: 188-91

- Meister, N.G. (1937). Rzhano-pshenichnye gibridy. In: Meister GK, red. Sbornik statey poselektzii i semenovodstvu. Saratov: Saratovskoe oblastnoe izdatel'stvo. 34-43.
- Müntzing, A. (1939). Studies on the properties and the ways of production of rye-wheat amphidiploids. *Hereditas*. 25:387-430.
- Müntzing, A. (1948). Experiences from work with induced polyploidy in cereals. Svalof 1886-1946. In "History and Present Problems" Akerman et al, eds. Lund. 324-37.
- Müntzing, A. (1955). Mode of production and properties of a Triticale-Strain with 70 chromosomes. *WIt Inf Serv*. 2: 1-12.
- Müntzing, A. (1957). Cytogenetic studies in rye-wheat Triticale. Proc 1st Int Wheat Genet Syrup Tokyo. *Cytologia supp*. 51-56.
- Müntzing, A. (1963). Some recent results from breeding work with rye-wheat. In "Recent Plant Breeding Research" Akerberg A, and Hayberg A, eds. Svalof 1946-1961.
- Müntzing, A. (1966). Cytogenetic and breeding studies in Triticale. Proc 2nd Int Wheat Genet Syrup Lund. *Hereditas supp*. 2:291-300.
- Miller, T.E. ve Riley, R. (1972). Meiotic chromosome pairing in wheat-rye combinations. *Genet Iber*. 24:241-50.
- Müntzing, A. (1972). Experiences from work with octoploid and hexaploid rye-wheat Triticale. *BioI Zentralbl*. 91:69-80.
- Merker, A. ve Giemsa, A. (1973). Technique for rapid identification of chromosomes in Triticale. *Hereditas*. 75:280-82.
- Merker, A. (1975). Chromosome composition of hexaploid triticale. *Hereditas*. 80:41- 52.
- Müntzing, A. (1975). Some results from cytogenetic studies and breeding work in triticale. Proc on the Eucarpia Section Cereals Syrup on Triticale Leningrad. 70-73.

- Merker, A. (1976a). The cytogenetic effect of heterochromatin in hexaploid triticale. *Hereditas*. 83:215-22.
- Merker, A. (1976b). Chromosome substitutions, genetic recombination and the breeding of hexaploid triticale. *Wheat Inf Serv*. 41-42:44-48.
- Müntzing, A. (1979). Triticale; results and problems. V. P. Parey. Berlin und Hamburg". 103.
- May, C.E. ve Appels, R. (1980). Rye chromosome translocation in hexaploid wheat: a re- evaluation of loss of heterochromatin from rye chromosomes. *Theor Appl Genet*. 56:15-23.
- Martini, G., O'Dell, M. ve Flavell, R.B. (1982). Partial inactivation of wheat nucleolus organizers by nucleolus organizers from *Aegilops umbellulata*. *Chromosoma*. 84:687-700.
- Miazga, D. ve Chrzastek, M. (1984). The identification of rye univalents by means of Giemsa technique. *Cer Res*. 12:107-109.
- McIntosh, R.A. ve Singh, S.J. (1987). Rusts - real and potential problems for triticale, in: "Proc. IntI. Triticale Symposium," N. L. Darvey, ed., Australian Institute of Agricultural Science, pp. 199.
- McKey, L. (1990). Taxonomy of rye wheat. Proc. 2nd Int. Triticale Symp., Passo Fundo (Brazil), 36-40.
- Mares, D. ve Oettler, G. (1991). Alpha-amylase activity in developing triticale grains. *J Cereal Sci*. 13:151-160.
- McQueen, R.E. ve Fillmore, A.E. (1991). Effects of triticale (cv. Beaguelita) and barley-based concentrates on feed intake and milk yield by dairy cows. *Can J Anim Sci*. 7(1):845-853.
- Martin, A. ve Jouve, N. (1992). Cytogenetics of FI and their progenies. In "Distant Hybridization of Crop Plants". Kalloo G, Chowdhury, JB, eds. *Monogr Theor Appl Genet* 16. Springer Verlag. Berlin. 82-105.

- Myer, R.O., Brendemuhl, J.H. ve Barnett, R.D. (1996). Crystalline lysine and threonine supplementation of soft red winter wheat or triticale, low-protein diets for growing-finishing swine. *J Anim Sci.* 74:577–583.
- McLeod, J.G., Gan, Y.T., Salmon, D.F. ve Baron, V.S. (1998). Triticale biomass potential and quality on the Canadian Prairies. In: Juskiw P (ed) Proceedings of 4th international triticale symposium 26–31 July 1998 Red Deer, AB, Canada, pp 264–267.
- Mohammadkhani, A., Stoddard, F.L. ve Marshall, D.R. (1999). Amylose content in segregating populations of einkorn, emmer, and rye. *Starch-Starke.* 51:66–73.
- Myer, R. ve Lozano del Río, A.J. (2004). Triticale in animal feed. In: Mergoum M, Gómez-Macpherson H (eds) Triticale improvement and production. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome.
- Martin, J.M., Sherman, J.D., Lanning, S.P., Talbert, L.E. ve Giroux, M.J. (2008). Effect of variation in amylose content and puroindoline composition on bread quality in a hard spring wheat population. *Cereal Chem* 266–269:85.
- Mergoum, M., Singh, P.K., Peña, R.J., Lozano-del Río, A.J., Cooper, K.V., Salmon, D.F. ve Gómez Macpherson, H. (2009). Triticale: a “new” crop with old challenges. In: Carena MJ (ed) *Cereals*. Springer. New York, pp 267–286.
- McGoverin, C.M., Snyders, F., Muller, N., Botes, W., Fox, G. ve Manley, M. (2011). A review of triticale uses and the effect of growth environment on grain quality. *J Sci Food Agric.* 91:1155–1165. doi:10.1002/jsfa.4338.
- McKenzie, R.H., Bremer, E., Middleton, A.B., Piffner, P.G. ve Woods, S.A. (2011). Optimum seeding date and rate for irrigated cereal and oilseed crops in southern Alberta. *Can J Plant Sci.* 91:293–303.

- Mikula, R., Nowak, W., Jaśkowski, J., Maćkowiak, P. ve Oszmałek, E. (2011). Effects of different starch sources on metabolic profile, production and fertility parameters in dairy cows. *Pol J Vet Sci.* 14:55–64.
- McLeod, J.G., Randhawa, H.S., Ammar, K., Beres, B.L. ve Muri, R.B. (2012). Brevis spring triticale can. *J Plant Sci.* 92:199–202.
- Moreau, R.A., Nghiem, N.P., Rosentrater, K.A., Johnston, D.B. ve Hicks, K.B. (2012). Ethanol production from starch-rich crops other than corn and the composition and value of resulting DDGS. In: Liu K, Rosentrater KA (eds) *Distillers grains: production, properties and utilization.* A K Peters/CRC Press, Boca Raton, pp 103–117.
- Manley, M., McGoverin, C., Snyders, F., Muller, N., Botes, W. ve Fox, G. (2013). Prediction of triticale grain quality properties, based on both chemical and indirectly measured reference methods using near-infrared spectroscopy. *Cereal Chem.* 90:540–545. doi:10.1094/CCHEM-02-13-0021-R.
- Motzo, R., Pruneddu, G. ve Giunta, F. (2013). The role of stomatal conductance for water and radiation use efficiency of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Eur J Agron.* 44:87–97. doi:10.1016/j.eja.2012.09.002.
- Nakajima, G. ve Zennyozzi, A. (1966). Cytogenetics of wheat and rye hybrids. *Seiken Ziho.* 18:39-48.
- Naranjo, T. (1978). Analisis del comportamiento meiotico en diversas combinaciones trigo-centeno. PhD Thesis Univ Complutense of Madrid. Spain.
- Naranjo, T. ve Lacadena, J.R. (1982). C-banding pattern and meiotic pairing in five rye chromosomes of hexaploid triticale. *Theor Appl Genet.* 61:233-37.
- Naranjo, T. ve Palla, O. (1982). Genetic control of meiotic pairing in rye *Secale-cereale.* *Heredity.* 48:57-62.

- Naneli, İ. (2021). Determination of gluten quality of some bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes with HMW-GS bands. *Fresenius Environmental Bulletin*. 30(6A): 7098-7105.
- Naneli, İ. (2023). Buğday yetiştiriciliği ve ıslahında verim ve kalite parametrelerinin artırılması için gerçekleştirilen biyoteknolojik yöntemler. *TARIM BİLİMLERİ ALANINDA MULTİDİSİPLİNER GÜNCEL ÇALIŞMALAR III*. ISBN: 978-625-367-461-8. Ss:165-182.
- O'Mara, J.G. (1948). Fertility in allopolyploid. *Rec Genet Sci Am*. 17:52.
- O'Mara, J.G. (1953). The cytogenetics of Triticale. *Bot Rev*. 19:587-605.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. ve Mchattie, I. (1974). Cereal processing and food utilization by sheep. 2. A note on the effect of feeding unprocessed barley, maize, oats and wheat on food utilization by early weaned lambs. *Anim Prod*. 18:85.
- Oettler, G. (1985). The influence of the wheat and rye genome on the performance of primary triticale. In "Genetics and Breeding of Triticale". *Proc Eucarpia meeting Clermont Ferrand, France*. 125-34.
- Odenbach, W. ve Mahgoub, E.L.S. (1988). Relationship between HMW glutenin subunit composition and the sedimentation value in reciprocal sets of inbred backcross lines derived from two winter wheat crosses. Miller TE, Koebner RMD, editors. *Proc. 7th Int. Wheat Genetics Symposium; Cambridge, England*. 987-991.
- Ortiz-Monasterio, J.I., Sayre, K.D. ve Pfeiffer, W.Ho. (1993). Differences in nitrogen recovery among CIMMYTs bread wheats and complete and 2D(2R) substituted triticales. *Triticale Topics*. 11:6-9 (International Edition, New South Wales).
- Oettler, G. (2005). The fortune of a botanical curiosity—triticale: past, present and future. *J Agric Sci*. 143:329–346. doi:10.1017/S0021859605005290.
- Oryschak, M., Korver, D., Zuidhof, M. ve Beltranena, E. (2010). Nutritive value of single-screw extruded and nonextruded triticale distillers dried

- grains with solubles, with and without an enzyme complex, for broilers. *Poultry Sci.* 89:1411–1423.
- Osek, M., Milczarek, A., Janocha, J. ve Świnarska, R. (2010). Effect of triticale as a partial or complete wheat and maize substitute in broiler chicken diets on growth performance, slaughter value and meat quality. *Ann Anim Sci.* 10:275–283.
- Pieritz, W.J. (1966). Untersuchungen über die Ursachen der Aneuploidie bei amphidiploiden weizen-maisbastarden und über die Funktionsfähigkeit ihrer männlichen und weiblichen Gameten. *Z Pflanzenzüchtg.* 56:27-69.
- Pissarev, V. (1966). Different approaches in Triticale breeding. *Proc 2nd Int Wheat Genet Symp Lund. Hereditas supp.* 2:279-90.
- Pissarev, V. ve Zhilkina, M.D. (1967). Triticale x 2n=42. *Genetika.* 4:3-12.
- Pohler, W., Kistner, G., Kison, H.U. ve Szigat, G. (1978). Meioseuntersuchungen an Triticale. V. Meioseverhalten, Penultimatität und Fertilität von Triticale-F1-Bastarden und deren Eltern. *BioI :A* 97:453-70.
- Pilch, I. (1981a). Rye chromosome constitution and the amount of telomeric heterochromatin of the widely and narrowly adapted CIMMYT hexaploid triticales. *Z. Pflanzenzüchtg.* 87:56-68.
- Pilch, I. (1981b). Analysis of the rye chromosome constitution and the amount of telomeric heterochromatin in the widely and narrowly adapted hexaploid triticales. *Theor Appl Genet.* 60:145-49.
- Poysa, V.W. (1985). Effect of forage harvest on grain yield and agronomic performance of winter triticale, wheat and rye. *Can J Plant Sci.* 65:879–888.
- Payne, P.I., Nightingale, M.A., Krattiger, A.F. ve Holt, L.M. (1987). The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread making quality of British-grown wheat varieties. *J Sci Food Agric.* 40:51-65.

- Plaha, P. ve Sethi, G.S. (1993). Adaptive advantage to 6R chromosome of rye in the genomic background of bread wheat. *Cer Res Comm.* 21:2-3.
- Pejin, D., Mojović, L., Vučurović, V., Pejin, J., Denčić, S. ve Rakin, M. (2009). Fermentation of wheat and triticale hydrolysates: a comparative study. *Fuel.* 88:1625–1628.
- Qualset, C.O., Guedes-Pinto, H. (1996). Triticale: Milestones, Millstones, and World Food. In: Guedes-Pinto, H., Darvey, N., Carnide, V.P. (eds) *Triticale: Today and Tomorrow. Developments in Plant Breeding*, vol 5. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-009-0329-6_2.
- Riley, R. ve Chapman, V. (1957). Haploids and polyhaploids in *Aegilops* and *Triticum*. *Heredity.* 11: 195-207.
- Riley, R. ve Chapman, V. (1958). Genetic control of the cytologically diploid behaviour of hexaploid wheat. *Nature.* 182:713-15.
- Riley, R. ve Miller, T.E. (1970). Meiotic chromosome pairing in Triticale. *Nature.* 227:82-83.
- Roupakias, D.G. ve Kaltsikes, P.J. (1977a). Independence of duration of meiosis and chromosome pairing in hexaploid triticale. *Can J Genet Cytol.* 19:345-54.
- Roupakias, D.G. ve Kaltsikes, P.J. (1977b). The effect of telomeric heterochromatin on chromosome pairing of hexaploid triticale. *Can J Genet Cytol.* 19:543-48.
- Rogalska, S. (1978). Chromosome constitution of plants of selected lines of secondary hexaploid triticale. *Hodowla Rosl Aklim Nasienn.* 24:357-64.
- Rajora, A., Sareen, P.K. ve Chowdhury, J.K. (1979). Cytological studies in Triticale hexaploide Lart., *Triticum durum* L., and *Secale cereale* L. *Z Pflanzenzuchtg.* 83:127- 132.
- Rogers, W.J., Law, C.N. ve Sayers, E.J. (1988). Dosage effects of homo eo logo us group 1 chromosomes upon the bread-making quality of hexaploid

- wheat. Miller TE, Koebner RMD, editors. Proc. 7th Int. Wheat Genetics Symposium; Cambridge, England. 1003-1008.
- Rogers, W.J., Payne, P.I. ve Harinder, K. (1989). The HMW glutenin subunit and gliadin compositions of German-grown wheat varieties and their relationship with bread-making quality. *Plant Breeding*. 103:89-100.
- Ren, Z., Lelley, T. ve Robbelen, G. (1991). Translocations of chromosomes in octoploid triticale x common wheat hybrids *Acta Genet Sin*. 18: 228-34.
- Riede, C.E., Campos, L.A.C. ve Fonseca Junior, N.S. (1991). Proc. 2nd Int. Triticale Symp., Passo Fundo (Brazil). 79-85.
- Royo, C., Penella, E., Tribo, F. ve Molina-Cano, J.F. (1996). Aptitude of spring and winter triticales for dual-purpose (forage and grain) in mediterranean conditions—conception. In: Guedes-Pinto H et al (eds) *Triticale: today and tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 843–850. ISBN-13:978-94-010-6634-1.
- Reynolds, M., Trethowan, R., Crossa, J., Vargas, M. ve Sayre, K. (2002). Physiological factors associated with genotype by environment interaction in wheat. *Field Crops Res*. 75:139–160. doi:10.1016/S0378-4290(02)00023-0.
- Rosenberger, A., Kaul, H.P., Senn, T. ve Aufhammer, W. (2002). Costs of bioethanol production from winter cereals: the effect of growing conditions and crop production intensity levels. *Indust Crops Prod*. 15:91–102.
- Reynolds, M., Trethowan, R., Crossa, J., Vargas, M. ve Sayre, K. (2004). Erratum to physiological factors associated with genotype by environment interaction in wheat. *Field Crops Res*. 85:253–274. doi:10.1016/S0378-4290(03)00057-1.
- Rakha, A., Aman, P. ve Andersson, R. (2011). Dietary fiber in triticale grain: variation in content, comparison, and molecular weight distribution of extractable components. *J Cereal Sci*. 54:324–331. doi:10.1016/j.jcs.2011.06.010.

- Rakha, A., Aman, P. ve Andersson, R. (2013). Rheological characterisation of aqueous extracts of triticale grains and its relation to dietary fibre characteristics. *J Cereal Sci.* 57:230–236. doi:10.1016/j.jcs.2012.11.005.
- Randhawa, H.S., Eudes, F., Beres, B., Graf, R., Fedak, G., Comeau, A., Francois, L., Dion, Y. ve Pozniak, C. (2013). Integrated approaches for triticale breeding. Presented at the 8th international triticale symposium, Ghent, 10–14 June 2013.
- Randhawa, H.S. (2014). Request for support to register T225. Presented at the Prairie grain development committee annual meeting, Winnipeg. www.pgdc.ca. Accessed 25–27 Feb 2014.
- Randhawa, H.S., Bona, L. ve Graf, R.J. (2015). Triticale Breeding—Progress and Prospect. In: Eudes, F. (eds) *Triticale*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-22551-7_2.
- Schiemann, E. (1932). *Entstehung der Kulturpflanzen*. Berlin, 377.
- Sanchez-Monge, E. (1956). Studies on 42-chromosome Triticale. I. The production of the amphiploids. *Ann Est Exp Aula Dei*. 4: 191-207.
- Sanchez-Monge, E. (1958). Hexaploid triticale. *Proc 1st Int Wheat Genet Symp Manitoba*, 181- 94.
- Sanchez-Monge, E. (1968). Improvement of endosperm quality in Triticale. *Proc 3rd Int Wheat Genet*, 371-72.
- Sanchez-Monge, E. (1969). La saga del "Cachirulo". *An. Aula Dei* 10: 795-799.
- Sisodia, N.S. ve McGinnis, R.C. (1970). Importance of hexaploid wheat germplasm in hexaploid triticale breeding. *Crop Sci.* 10:161-62.
- Shkutina, F.M. ve Khvostova, V.V. (1971). Cytological investigation of the 42-chromosome wheat-rye amphidiploids. *Theor Appl Genet.* 41:109-19.
- Sanchez-Monge, E. ve Soler, C. (1973). Wheat and Triticale with rye cytoplasm. *Proc 4th Int Wheat Genet Symp Columbia, Missouri*, 387-90.

- Sanchez-Monge, E. (1974). Development of triticales in western Europe. Proc Symp Triticale EI Batan, Mexico, 31-39.
- Scoles, G.J. ve Kaltsikes, P.J. (1974). The cytology and cytogenetics of Triticale. Z. PflanzenzUchtg. 73:13- 43.
- Sanchez-Monge, E. (1975). Hexaploid triticale with different cytoplasms. Proc Eucarpia Triticale Symposium Leningrado, USSR, 175-180.
- Soler, C. (1975). Estudio comparativo de nn alohexaploide artificial, Triticum x Secale Triticale sobre los citoplasmas de las especies parentales. An INIA Ser Prod Veg. 5:9-82.
- Simmonds, N. (1976). Evolution of crop plants. Longman, New York, p 118.
- Sulima, J.G. (1976). Tritikale, dostishenya, problemy, perspektivy. Stiinca, Kishiniev. Triticale, Studies and Breeding; Jul 3-7; Leningrad: Eucarpia Cereal Section, Intern. Symp.: 250.
- Sanchez-Monge, E. ve Sanchez-Monge, E. jr. (1977). Meiotic pairing in wheat-triticale hybrids. Z. Pflanzenziichrg. 79: 122-33.
- Sears, E.R. (1977). An induced utant with homoeologous pairing in common wheat. Can J Genet Cytol. 19:585-93.
- Schlegel, R., Zaripoba, Z. ve Shchapova, A.I. (1980). Further evidence on wheat-rye chromosome pairing in FI triticale x wheat hybrids. BioI Zentralbl. 99:585- 90.
- Soler, C., Montalvo, D. ve Jouve, N. (1980). Secondary association and univalent chromosomes in hybrids of hexaploid triticale and rye and wheat. J Hered. 71:408-10.
- Seal, A. (1982). C-banded chromosomes in wheat and triticale. Theor Appl Genet. 63:39-47.
- Soler, C., Montalvo, D. ve Iouve, N. (1982). Introduccion de variacion genetica en trigo y triticale mediante hibridacion de triticale con Triticum aestivum L. Anaes INIA, Ser Agr. 21:95-108.

- Sandha, G.S., Grewal, K.D. ve Satija, C.K. (1984). Study of R-D chromosome substitutions and their effect in triticale. *Crop Improv.* 11:119-22.
- Skovmand, B., Fox, P.N. ve Villarreal, P.L. (1984). Triticale in commercial agriculture: progress and promise. *Adv Agric.* 37: 1-45.
- Schlegel, R. ve Huelgenhof, E. (1985). Heterochromatin alterations in chromosomes of hexaploid triticale and their effects on meiotic pairing behaviour. *Proc Eucarpia meeting Clermont Ferrand, France*, 35-47.
- Schlegel, R., Metz, G. ve Mettin, D. (1986). Rye cytology, cytogenetics and genetics -current status. *Theor Appl Genet.* 72:721-34.
- Stolarz, A. ve Lorz, H. (1986). Somatic embryogenesis in vitro manipulation and plant regeneration from immature embryos of hexaploid triticale x *Triticosecale* Wittmack. *Z Pflanzenzuchtg.* 96:353- 62.
- Schwarzacher, T., Leitch, A.R., Bennett, M.D. ve Heslop-Harrison, I.S. (1989). In situ localization of parental genomes in a wide hybrid. *Ann Bot.* 64:315-24.
- Somers, D.J., Gustafson, J.P. ve Filion, W.G. (1992). The influence of the rye genome on expression of heat-shock proteins in triticales. *Theor. Appl. Genet.* 34:845-848.
- Salmon, D.F., Helm, J.H. ve Jedel, P.E. (1996). Developing spring and winter triticale with reduced-awn expression. In: Guedes-Pinto H et al (ed) *Triticale: today and tomorrow*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, pp 589–592. ISBN-13:978-94-010-6634-1.
- Schwarte, A.J., Gibson, L.R., Karlen, D.L., Liebman, M. ve Jannink, J. (2005). Planting date effects on winter triticale dry matter and nitrogen accumulation. *Agron J.* 97:1333–1341.
- Schori, A., Fossati, D., Mascher, F. ve Fossati, A. (2007). Triticale breeding at Agroscope Changins-Wädenswil. *Revue Suisse d’agriculture.* 39:129–136.

- Sullivan, Z.M., Honeyman, M.S., Gibson, L.R. ve Prusa, K.J. (2007). Effects of triticale-based diets on finishing pig performance and pork quality in deep-bedded hoop barns. *Meat Sci.* 76:428–437.
- Tschennak E. (1913). Ober seltene Getreidebastarde. *Beitrag zur Pflanzenzüchtung.* III:49-61.
- Tsuchiya, T. (1969). Cytogenetics in hexaploid Triticale. *Wheat Newsletter.* 15:10-17.
- Thomas, J.B. ve Kaltsikes, P.I. (1972). Genotypic and cytological influences on the meiosis of hexaploid Triticale. *Can J Genet Cytol.* 4:889-98.
- Thomas, J.B. ve Kaltsikes, P.I. (1976). The genomic origin of the unpaired chromosomes in triticale. *Can J Genet Cytol.* 18:687-700.
- Tymieniecka, E., Wolski, T. ve Madra, M. (1985). Breeding of winter triticale for improvement of agronomic value. *Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France,* 445-54.
- Tük, (2023). Türkiye istatistik kurumu. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Dunya-Nufus-Gunu2023-49688#:~:text=Bu%20%C3%B6zel%20g%C3%BCnde%20Birle%C5%9Fmi%C5%9F%20Milletler,8%20milyara%20ula%C5%9F%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20tahmin%20edilmi%C5%9Ftir.>
- Ukalska, J. ve Kociuba, W. (2013). Phenotypical diversity of winter triticale genotypes collected in the Polish gene bank between 1982 and 2008 with regard to major quantitative traits. *Field Crops Res.* 149:203–212. doi:10.1016/j.fcr.2013.05.010.
- Varghese, J.P. ve Lelley, T. (1983). Origin of nuclear aberrations and seed shrivelling in triticale: a reevaluation of the role of C-heterochromatin. *Theor Appl Genet.* 66:159-67.
- Varughese, G. (1986). Triticale--a crop for marginal environments. In *CIMMYT Research Highlights. 1985.* CIMMYT. Mexico, D.F., 72-80.

- Varughese, G., Pfeiffer, W.H. ve Peña, R.J. (1997). Triticale: a reappraisal. <http://www.worldbank.org/html/cgiar/newsletter/april97/8tritic.html>. Accessed 22 Sep 14.
- van Barneveld, R. (2002). Triticale: a guide to the use of triticale in livestock diets. A nutritional guide to the quality of triticale for ruminants. Grains Research and Development Corporation, ACT, Australia.
- Wilson, A. (1876). Wheat and rye hybrids. *Trans Proc Bot Soc Edinb*, 12:286–288.
- Weimarck, A. (1973). Cytogenetic behaviour in octoploid Triticale. I. Meiosis, aneuploidy and fertility. *Hereditas*. 74:103-18.
- Weimarck, A. (1975a). Kernel size and frequency of euploids in octoploid Triticale. *Hereditas*. 80:69-72.
- Weimarck, A. (1975b). Cytogenetic behaviour in octoploid Triticale. II. Meiosis with special reference to chiasma frequency and fertility in FI and parents. *Hereditas*. 80:121-30.
- Wolski, T. ve Tymienicka, E. (1980). The present state and main problems in winter triticale breeding in Laski and Choryn Exp. Stations. *Hod Rosl Aklim i Nas*. 24:475- 86.
- Wolski, T. ve Tymienicka, E. (1982). Stan obecny i perspektywy ulepszenia ozimego Triticale Stacjach Poznanskiej Hodowli Roslin. *Post Nauk RoIn*. 5:3-26.
- Wolski, T., Maczinska, L. ve Tymienicka, E. (1985). Winter triticale varieties from the Choryn and Laski Experimental Stations. *Eucarpia meeting on Triticale Clermont Ferrand, France*, 487-96.
- Winter, S.R. ve Thompson, E.K. (1987). Grazing duration effects on wheat growth and grain yield. *Agron J*. 79:110–113.
- Winzeler, M., McCullough, D.E. ve Hunt, L.A. (1989). Leaf gas exchange and plant growth of winter rye, triticale and wheat under contrasting temperature regimes. *Crop Sci*. 29:1256–1260.

- Wolski, T., Pojmaj, M.S. ve Sawicka, E.J. (1991). Evaluation of short triticale mutants for hybrid breeding. *Cer Res Comm.* 19:261-66.
- Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F. ve Waldroup, P.W. (2007). Effect of rapid and multiple changes in level of distillers dried grain with solubles (DDGS) in broiler diets on performance and carcass characteristics. *Int J Poult Sci.* 6:725–731.
- Wang, Z., Cerrate, S., Coto, C., Yan, F. and Waldroup, P.W. (2008). Evaluation of high levels of distillers dried grains with solubles (DDGS) in broiler diets. *Int J Poult Sci.* 7:990–996.
- Wos, H., Brzezinski, W., Arseniuk, E., Zimny, J. ve Wos, J. (2008). Triticale of improved bread-making quality. In: Prohens J, Badenes ML (eds) *Modern variety breeding for present and future needs: proceedings of 18th EUCARPIA general congress, Valencia*, p 661.
- Wierenga, K.T., McAllister, T.A., Gibb, D.J., Chaves, A.V., Okine, E.K., Beauchemin, K.A. ve Oba, M. (2010) Evaluation of triticale dried distillers grains with solubles as a substitute for barley grain and barley silage in feedlot finishing diets. *J Anim Sci.* 88:3018–3029.
- Youssef, I.M.I., Westfahl, C., Sünder, A., Liebert, F. ve Kamphues, J. (2008). Evaluation of dried distillers' grains with solubles (DDGS) as a protein source for broilers. *Arch Anim Nutr.* 62:404–414.
- Yang, W.Z. ve McAllister, T.A. (2014). *Biofuel by-products: wheat distillers' grain for cattle encyclopedia of animal science*, 2nd edn. Taylor and Francis, Boca Raton.
- Zillinsky, F.J. ve Borlaug, N.E. (1971). Progress in developing Triticale as an economic crop. *CIMMYT Res Bull.* 17:27.52. Guedes-Pinto H, Carnide O, Carnide VP. New primary 8x-Triticales for Portugal. *Broterla Genet* 1984;V LXXX:136-46.
- Ziauddin, A. ve Kasha, A.J. (1982). Giemsa C-band identification of rye chromosomes in some advanced lines of winter triticale. *Can J Genet Cytol.* 24:721-27.

- Zillinsky, F. (1985). Triticale-an update on yield, adaptation, and world production. In: Forsberg RA (ed) Triticale. CSSA, Madison, pp 1–7.
- Zobell, D.R., Goonewar-Dene, L.A., Engstrom, D.F. (1990). Potential of triticale as a feed for finishing heifers. *Can J Anim Sci.* 70:325–328.



ISBN: 978-625-367-944-6

