



BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
PİLOT ÜNİVERSİTE KOORDİNASYON
MERKEZ BİRİMİ



BinBee

ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Journal of BinBee

Apicultural and Natural Products

e-ISSN: 2822-2431



BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
PİLOT ÜNİVERSİTE KOORDİNASYON
MERKEZ BİRİMİ

e-ISSN: 2822-2431

BinBee
ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Journal of BinBee Apicultural and Natural Products

Dergi Hakkında

BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi orijinal araştırmaları, bilimsel çalışmaları, olgu sunum-larını, editöryal yorumları, editöre mektup ve derlemeleri yayınlayan uluslararası hakemli bir dergidir. 2021 yılında online yayın hayatına başlamıştır. Yılda iki sayı (Haziran ve Aralık) olarak elektronik ortamda yayınlanır. Yayın için incelenecek her çalışma en az iki hakeme gönderilir. Dergide yayınlanmak üzere gönderilen çalışmalar, araştırma ve yayın etiğine uygun olmalıdır. Dergiye gönderilen yazıların daha önce yayınlanmamış veya bir başka dergiye yayın için teslim edilmemiş olması gerekir. Yayınlanmak üzere kabul edilen her türlü yayın/telif hakkı dergimize aittir. Dergi, Türkçe ve İngilizce yazılmış makaleleri kabul etmektedir.

Yönetim Yeri / Managing Office

BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi / Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products Bingöl Üniversitesi
Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi, 12000 Bingöl / TÜRKİYE

About the Journal

Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products is an international peer-reviewed journal that publishes original research, scientific studies, case reports, editorial comments, letters to the editor and reviews. It started its online publishing life in 2021. It is published electronically as two issues (June and December) per year. Each study to be reviewed for publication is sent to at least two referees. Studies submitted for publication in the journal must comply with research and publication ethics. Manuscripts submitted to the journal must not have been previously published or submitted to another journal for publication. All kinds of publications/copyrights accepted for publication belong to our journal. The journal accepts manuscripts written in Turkish and English.

İletişim / Contact

Asst. Prof. Dr. Ebubekir İZOL
Bingöl Üniversitesi Pilot Üniversite Koordinasyon Merkez Birimi, 12000 Bingöl /TÜRKİYE
E-posta | E-mail: pikom@bingol.edu.tr, binbeejournal@bingol.edu.tr



BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
PİLOT ÜNİVERSİTE KOORDİNASYON
MERKEZ BİRİMİ

e-ISSN: 2822-2431

BinBee
ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Journal of BinBee Apicultural and Natural Products

İmtiyaz Sahibi

Bingöl Üniversitesi Rektörü
Prof. Dr. Erdal ÇELİK

Editör

Prof. Dr. Fethi Ahmet ÖZDEMİR

Editör Yardımcıları

Assoc. Prof. Dr. Sadettin ÇELİK
Asst. Prof. Dr. Yakup YAPAR
Asst. Prof. Dr. Muhammad Abu Bakar ZIA
Prof. Dr. Ibrahim Omer Elimam
Asst. Prof. Dr. Ali AY
Asst. Prof. Dr. Ebubekir İZOL

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü

Öğr. Gör. Piroz DÜZDABAN

Tasarım

Öğr. Gör. Dr. Mahmut ERZİNCAN

Yayın Kurulu

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN (Bingöl Üniversitesi)-(Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi)

Prof. Dr. Nevzat ESİM (Bingöl Üniversitesi) Doç.

Dr. Hakan İNCİ (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Harun Kaya KESİK (Bingöl Üniversitesi) Doç.

Dr. Veysel TURAN (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Fevzi KAÇER (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Veysel SÜZERER (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Üsâme DEMİR (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi) Dr.

Öğr. Üyesi Duygu Nur ÇOBANOĞLU (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Ramazan GÜNDOĞDU (Bingöl Üniversitesi) Dr.

Öğr. Üyesi Dilhun Keriman ARSERİM UÇAR (Bingöl Üniversitesi)

Danışma Kurulu

Prof. Dr. Ramazan SOLMAZ (Bingöl Üniversitesi)

Prof. Dr. İbrahim Yasin ERDOĞAN (Bingöl Üniversitesi)

Prof. Dr. Mehmet BARCA (Ankara Sosyal Bilimler Üniversitesi)

Prof. Dr. Levent AYDIN (Uludağ Üniversitesi)

Prof. Dr. Zekai HALICI (Atatürk Üniversitesi)

Prof. Dr. Banu YÜCEL (Ege Üniversitesi)

Prof. Dr. Yelda ÖZEN ÇİFTÇİ (Gebze Teknik Üniversitesi) Prof.

Dr. İrfan KANDEMİR (Ankara Üniversitesi) Prof. Dr. Cem

Ecmel ŞAKİ (Fırat Üniversitesi)

BİLİMSEL ALAN EDITÖRLERİ

Sağlık

Prof. Dr. Banu YÜCEL (Ege Üniversitesi)

Prof. Dr. Sibel SİLİCİ (Erciyes Üniversitesi) Prof. Dr.

Zekai HALICI (Atatürk Üniversitesi)

Prof. Dr. Victor NEDZVETSKYI (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Sabahattin BOR (Bingöl Üniversitesi)

Çevre

Prof. Dr. Selami SELVİ (Balıkesir Üniversitesi)

Prof. Dr. Osman SÖNMEZ (Erciyes Üniversitesi)

Prof. Dr. Rıdvan POLAT (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Veysel TURAN (Bingöl Üniversitesi)

Gıda

Prof. Dr. Dilek BOYACIOĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Dilhun Keriman ARSERİM UÇAR (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Bayram YURT (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Nurullah DEMİR (Bingöl Üniversitesi)

Kozmetik

Prof. Dr. Ramazan ALTUNDAŞ (Gebze Teknik Üniversitesi)

Prof. Dr. Yücel KADIOĞLU (Atatürk Üniversitesi)

Doç. Dr. İbrahim Halil GEÇİBESLER (Bingöl Üniversitesi) Dr.

Öğr. Üyesi Veysel SÜZERER (Bingöl Üniversitesi)

Ekonomi

Doç. Dr. Beşir KOÇ (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Erdinç KOÇ (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Fevzi KAÇER (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Ali KARAMAN (Bingöl Üniversitesi)

Veteriner

Prof. Dr. Ahmet Onur GİRİŞGİN (Uludağ Üniversitesi)

Prof. Dr. Levent AYDIN (Uludağ Üniversitesi) Prof.

Dr. Mehmet Fatih KANDEMİR (Atatürk Üniversitesi)

Doç. Dr. Aziz GÜL (Mustafa Kemal Üniversitesi)

Doç. Dr. Adem KARA (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Cüneyt ÇAĞLAYAN (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi) Dr.

Öğr. Üyesi Mehmet ÖZÜÇLİ (Balıkesir Üniversitesi)

Prof. Dr. Ibrahim Omer ELİMAM (University of East
Kordofan, Sudan)

Prof. Dr. Hassan MOHAMED (Erbil Polytechnic University,
Iraq)

Prof. Dr. Ibrahim BUSHARA (University of Kordofan, Sudan)

Ziraat

Prof. Dr. Kağan KÖKTEN (Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi)

Prof. Dr. Ramazan MERAL (Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi)

Prof. Dr. Alaaddin YÜKSEL (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Nusret ÖZBAY (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Hakan İNÇİ (Bingöl Üniversitesi)

Doç. Dr. Rahşan İVGİN TUNCA (Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi) Doç.

Dr. Yasin DEMİR (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Dilek KABAKÇI (Muş Alparslan Üniversitesi) Dr.

Öğr. Üyesi Mustafa GÜLLÜ (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Alper POLAT (Bingöl Üniversitesi)

Dr. Öğr. Üyesi Mustafa İLÇİN

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin BEYÇİOĞLU (Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi) Prof. Waleed

Mohamed Bassuny YEHIA (Agriculture Research Center, Egypt)

Dr. Khezir Hayat BHATTİ (Central Cotton Research Institute, Pakistan) Dr.

Diaa Abd El MONEİM (Arish University, Egypt)

Dr. Satyanarayana TADDİ (Founder & Agricultural scientist, Dr. Satya's Foundation, Visakhapatnam (AP),
India)

Asst. Prof. Dr. Muhammad Abu Bakar ZİA (University of Layyha, Pakistan)

Prof. Dr. Faheem Shehzad BALOCH (Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi)

Asst. Prof. Dr. Abia YOUNAS (Cotton Research Station Ayub Agricultural Research Institute,
Faisalabad Pakistan)

Dr. Öğr. Üyesi Gulay ZÜLKADİR (Mersin Üniversitesi)

Assoc. Prof. Dr. Rao Sohail Ahmad KHAN (University of Agriculture Faisalabad, Pakistan)

Doç. Dr. Harun BEKTAŞ (Siirt Üniversitesi)

Fen

Prof. Dr. Lütfi BEHÇET (Bingöl Üniversitesi)
Prof. Dr. Sevgi KOLAYLI (Karadeniz Teknik Üniversitesi)
Prof. Dr. Aslı ÖZKIRIM (Hacettepe Üniversitesi)
Prof. Dr. Mahmut TOPRAK (Bingöl Üniversitesi)
Prof. Dr. Nevzat ESİM (Bingöl Üniversitesi)
Doç. Dr. Aslı ÖZKÖK (Hacettepe Üniversitesi)
Doç. Dr. Ekrem DARENDELİOĞLU (Bingöl Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kadir ERDOĞAN (Bingöl Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Ramazan GÜNDOĞDU (Bingöl Üniversitesi)
Assoc. Prof. Dr. Maurizio Magarini (University of Politecnico di
Milano, Italy)

Sosyal Bilimler

Prof. Dr. Mehmet ANIK (Bingöl Üniversitesi)
Doç. Dr. Fatma ESEN (Bingöl Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Vedat AVCI (Bingöl Üniversitesi)
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Seyman ÖNDER (Bingöl Üniversitesi)

Dergi Sekreteryası Öğr.

Gör. Piroz DÜZDABAN Arş.

Gör. İkranur FELEK



BİNGÖL ÜNİVERSİTESİ
PİLOT ÜNİVERSİTE KOORDİNASYON
MERKEZ BİRİMİ

e-ISSN: 2822-2431

BinBee
ARİ VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Journal of BinBee

Apicultural and Natural Products

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

1	Ek Beslemenin Bal Arısı (<i>Apis mellifera</i> L.) Üzerindeki Potansiyel Etkisi, İbrahim ŞAHİN	1-7
2	Bingöl Arı Sütünün Şeker Bileşiminin Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi – Kırılma İndisi Detektörü (HPLC-RID) ile Belirlenmesi, Ebubekir İzol, Davut Karahan, Esmâ Kayaoğlu	8-14
3	Determination of Grain and Silage Yield and Silage Quality Characteristics of Some Maize Varieties, Muhammed İsmail AKYILDIZ, Aydın ALP	15-23
4	Versatile Applications, Challenges, and Future Prospects of Cottonseed Oil, Abia Younas, Asma Parveen, Sundas Waqar	24-33
5	Heterosis studies in upland cotton for seed cotton yield and yield related components, Sana Khan, Asad Azeem, Muhammad Abu Bakar Zia, Zeshan Hasan	34-49
6	CRIMEAN-CONGO HEMORRHAGIC FEVER (CCHF), Sadettin ÇELİK	50-54

BinBee

ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

e-ISSN: 2822-2431



BinBee
ARİ VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

The Potential Effects of Supplemental Feeding on Honey Bees (*Apis mellifera* L.)

İbrahim ŞAHİN^{1*}

Article info

Received: 12.31.2024
Accepted: 05.27.2025

Article type: Review

Keywords:

Honey Bee, Supplemental Feeding, Pollen, Protein, Sucrose

Abstract

Honey bees (*Apis mellifera* L.) play a crucial role in the ecological chain as producers of valuable substances such as honey, pollen, royal jelly, bee venom, and propolis, and as one of the most important pollinators of wild plants and various agricultural crops. Like all living organisms, honey bees are adversely affected by global climate change, which threatens their survival, reproduction, and natural habitats. Honey bees obtain their nutrition by collecting nectar and pollen from plants in the wild. However, numerous adverse environmental factors are increasingly leading to a reduction—even the extinction—of these vital plant sources. The decline in access to natural food sources brings about a range of problems for honey bees. In response, researchers have been investigating alternative feed supplements to support bee colonies during periods when natural forage is insufficient, ensuring the development of colonies and the effective performance of bees. This study aims to present the effects of different nutritional sources on honey bees through a review of the existing literature.

Citation: Şahin, İ. (2024) The Potential Effects of Supplemental Feeding on Honey Bees (*Apis mellifera* L.). Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products, 2025,5(1), 1-7.

Ek Beslemenin Bal Arısı (*Apis mellifera* L.) Üzerindeki Potansiyel Etkisi

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 31.12.2024
Kabul Tarihi: 27.05.2025

Makale türü: Derleme

Anahtar kelimeler

Bal Arısı, Ek Besleme, Polen, Protein, Sakkaroz

Bal arıları (*Apis mellifera* L.), bal, polen, arı sütü, arı zehri ve propolis gibi değerli maddeleri üretmelerinin yanı sıra, yabani bitkiler ve çeşitli tarım ürünlerinin en önemli tozlayıcılarından biri olarak ekolojik zincirde hayati bir rol oynamaktadır. Tüm canlı organizmalarda olduğu gibi, küresel iklim değişikliği bal arılarını da olumsuz etkilemekte; bu durum arıların hayatta kalma, üreme ve doğal yaşam alanlarını tehdit etmektedir. Bal arıları besin ihtiyaçlarını doğada bulunan bitkilerden nektar ve polen toplayarak karşılamaktadır. Ancak, giderek artan olumsuz çevresel koşulları, bu hayati bitki kaynaklarının azalmasına, hatta bazı durumlarda tamamen yok olmasına neden olmaktadır. Doğal besin kaynaklarına erişimde yaşanan azalma, bal arılarında çeşitli sorunlara yol açmaktadır. Bu duruma karşılık olarak araştırmacılar, doğal nektar ve polen kaynaklarının yetersiz olduğu dönemlerde arı kolonilerini desteklemek amacıyla alternatif yem takviyeleri üzerine çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmada, mevcut literatür taramaları doğrultusunda, farklı besin kaynaklarının bal arıları üzerindeki etkilerini ortaya koymayı amaçlanmıştır.

Atf: Şahin İ. (2024) Ek Beslemenin Bal Arısı (*Apis Mellifera* L.) Üzerindeki Potansiyel Etkisi. BinBee Arı ve Doğal Ürünler Dergisi, 2025,5(1), 1-7.

¹ *Sorumlu yazar, İbrahim ŞAHİN, Bingöl Üniversitesi, Rektörlük, Arıcılık Araştırma, Geliştirme, Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, Türkiye, isahin@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6803-0121

Giriş

Bal arısı (*Apis mellifera* L.), bal, propolis, arı zehri, balmumu ve tarımsal açıdan önemli bitkilerin tozlaşmasını sağlayan hem ekonomik hem de ekolojik açıdan en önemli böceklerden biridir ([6]; [22]; [25]). Arı popülasyonlarındaki azalma, bu sosyal böceklerin dünya genelindeki bitkilerin dörtte üçünün tozlaşmasından sorumlu olması nedeniyle tarımsal verimliliği olumsuz etkilemektedir [23]; [1]; [20]). Bal arısı popülasyonlarındaki azalmanın muhtemel sebepleri arasında tarımda bilinçsiz kullanılan kimyasallar, iklim değişikliği ve arlıkların sosyo-ekonomik koşulları bulunmaktadır. Bu olumsuz etkiler tek başlarına veya bir arada, bal arılarını ve arı ürünlerini etkileyebilmektedir. Sıcaklık ve bağıl nemdeki belirsiz dalgalanmalar, su kıtlığı, çiçekli bitkilerin yok edilmesi, bilimsel temellere dayanmayan arıcılık uygulamaları ve arı zararlıları/hastalıkları da arı popülasyonundaki azalmayı etkileyen diğer önemli etmenlerdir [30].

Bal arılarının doğadan kaliteli besin temin etmeleri hayatta kalmalarını ve nesillerini sağlıklı bir şekilde devam ettirmelerine olanak sağlamaktadır. Bal arılar, hayatta kalabilmek için şeker ve protein alımına ihtiyaç duyarlar. Özellikle karbonhidrat kaynağı olarak nektar [5] ve protein kaynağı olarak polenlere [16] dayanan doğal kaynaklara bağımlıdırlar. Fakat doğadan kesintisiz ve sürekli besin temin edilemediği için bal arıları belli dönemlerde besin kıtlığı yaşayabilmektedirler. Bal arılarının doğadan besin ihtiyaçlarını karşılayamadığı bu dönemlerde, arıların kolonilerini korumak ve kayıpların önüne geçmek için arıları şeker şurubu ve farklı yapay gıdalarla beslerler [28].

Yetişkin işçi arıların kuru maddesinin yaklaşık %66-74'ünü proteinler oluşturur [17]. Bal arılarının vücudundaki protein içeriği, erginleşmeden sonraki ilk günlerde protein anabolizması nedeniyle artış gösterir ([10]; [7]), fakat arılar yaşlandıkça hafif bir azalma görülür. Bir işçi arı, günde ortalama 3,4-4,3 mg polen tüketir. Polen tüketimi arıların hemşirelik döneminde en yüksek seviyeye ulaşır [8]. Hemolenfteki protein konsantrasyonu da erginleşmeden sonraki ilk birkaç gün içinde artar. Farklı polen veya protein diyetleriyle beslenen 6 günlük arılar için hemolenfteki protein konsantrasyonu 11,4-27,6 µg/µL [9] veya 6,0-9,4 µg/µL [11] arasında değişir.

Bal arıları enerji ihtiyaçlarını karbonhidratlardan karşılamaktadırlar. Kolonilerde bulunan yetişkin işçi arılar, peteklerde bulunan gıda stoklarına büyük ölçüde bağımlıdırlar. Bal arılarının vücutlarında yeterli miktarda karbonhidrat, protein veya lipid rezervleri bulunmadığında uzun süre aç kalmaya dayanamazlar ([20];[17]). Yetişkin işçi arılar larvalardan farklı olarak vücutlarında işçi başına 0,05-0,47 mg arasında değişen sınırlı glikojen depolarına sahiptirler [17]. İşçi arılar enerjiye ihtiyaç duyduklarında (örneğin, yiyecek arama uçuşlarından önce), bal midelerinde depolanan şekerleri tüketirler. İhtiyaçları olan bu şekerleri bal stoklarından veya trofallaktik etkileşimler yoluyla elde ederler [5].

Bal arısı yapay beslemesinde, tahıllar ve baklagiller, meyveler, sebzeler, sentetik ilaçlar ve mineraller, mayalar, vitaminler, proteinler ve şekerler gibi çeşitli besin kaynakları tek başlarına ve kombinasyonlar halinde bal arı kolonileri üzerinde denenmiştir [4].

Bu makalede bal arısı yapay beslenmesinde kullanılan farklı materyallerin bal arıları üzerindeki etkileri kapsamlı bir literatür taraması yapılarak değerlendirilmiştir.

Bal Arılarında Ek Besleme

Arıların, bal arılarının doğadan yeterli miktarda nektar ve polen getiremediği dönemlerde arlıklarında sürdürülebilirliği sağlayabilmek için kolonilerine takviye besleme yaparlar. Bal arılarının beslenmesindeki amaç, arıların sağlıklı bir şekilde gelişmesi, koloni popülasyonunun artması ve arıların ağıltan ölmesinin önüne geçebilmek içindir[28].

İran bal arısı (*Apis mellifera meda*) kolonileri ile yapılan bir çalışmada, tiamin ve riboflavin vitaminlerini içeren besin kaynakları ile beslenme yapılması sonucunda, kolonilerde popülasyon artışının, fonksiyonel özelliklerin, arıların vücut yağ ve protein rezervlerinin olumlu etkilendiği, koloni performansının iyileştiği ve ekonomik verimliliğin arttığı bildirilmiştir [26].

Hindistan cevizi yağı (%0,5 ve %1) ile zenginleştirilmiş besin kaynağı ile beslenen yeni çıkan ve tarlacı arıların hayatta kalma oranı, yem alımı, bağışıklık sistemi, antioksidan sistemi ve hem yağ hem de vitellogenin içeriği üzerindeki

etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, yeni çıkan arılara uygulanan %1 Hindistan cevizi yağı takviyesinin, yem tüketiminde bir azalmaya, beslenmenin 3 ila 14. günleri arasında hayatta kalma oranında bir artışa, fenoloksidaz aktivitesinde kısa süreli bir azalmaya, vücut yağında bir artışa ve vitellogenin içeriğinde bir farkındalığın olmadığını göstermiştir. Ancak, %0,5 Hindistan cevizi yağı takviyesinin, beslenmenin 3. gününden 15. gününe kadar hayatta kalma oranında ve uzun vadede (yani 20 gün) yağ içeriğinde bir artışı sağladığı tespit edilmiştir. Diğer taraftan, %0,5 ve %1 Hindistan cevizi yağı içeren besin kaynağı ile beslenen tarlacı arılarda ise yalnızca yağ içeriğinde bir artışın olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, bal arısı diyetlerinde düşük yüzdelerde (%0,5 ve %1) Hindistan cevizi yağı takviyesinin yağ kazanımını arttırdığı tespit edilmiştir. Kış aylarında zayıf kolonilerin yağ kaybını önlemek için bu tür takviye gıdaların kullanımını değerlendirmek için daha fazla araştırma yapılması gerekliliği bildirilmiştir [27].

Altı farklı protein kaynağı polen, spirulina tozu (*Arthrospira platensis* Gomont), taze yumurta sarısı, liyofilize laktosuz yağsız süt tozu, taze aktif maya ve ApiProtein içeren besin kaynaklarının, işçi arıların fizyolojik özellikleri vitellogenin (Vg), abdominal lipid içeriği (ALC), hipofarengal bez (HPG)) ve tüketim üzerindeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada, işçi arıların en yüksek tüketimi spirulina ile desteklenen diyet grubunda (diyet II) gerçekleşmiştir. Hemolenfteki Vg içeriği açısından istatistiksel bir fark bulunmamasına rağmen, en yüksek içerik numerik olarak diyet IV grubunda (liyofilize laktosuz yağsız süt tozu) tespit edilmiştir. ALC ve HPG değerleri ise diyet II ile beslenen grupta en yüksek düzeyde bulunmuştur. Bu sonuçlar, belirli protein kaynakları içeren besinlerin bal arılarının fizyolojik özelliklerini destekleyebileceğini göstermiştir [14].

Batı bal arısı (*Apis mellifera*) işçilerinin in vitro koşullarda beslenmesinde ticari olarak temin edilen polen takviyeleri (AP23, MegaBee, UltraBee) ve yabani çiçek poleni kullanılan bir çalışmada, arıların yabani çiçek poleni ile etkileşiminin ticari olarak temin edilen polen takviyelerinden daha fazla olduğu ve tükettiği gözlemlenmiştir. Elde edilen verilerden, arıların ticari olarak temin edilebilen polen takviyelerine kıyasla yabani çiçek polenine güçlü bir şekilde tercih ettiği bildirilmiştir[24].

Beslenme davranışını ve bazı immünolojik kriterleri (enkapsülasyon indeksi ve melanizasyon için ana enzim olan fenoloksidaz (PO) aktivitesi) değerlendirmek ve ayrıca protein ve yağ (P:Y) diyetlerinin hipofarengal bez (HPB) protein içeriği üzerindeki etkisini incelemek için yapılan bir çalışmada, arılar laboratuvar koşullarında yağ oranı değişen belirli P:Y diyetleri ile beslenmiştir. Arılar, yüksek yağlı diyetlere kıyasla düşük yağlı diyetleri tercih etmiştir. Ancak, sakkaroz tüketimi yüksek yağlı diyetlerde daha yüksek olmuştur. Arıların enkapsülasyon indeksi ve fenoloksidaz aktivitesi, tükettikleri yağ seviyesiyle pozitif bir ilişki göstermiş ve bu ilişki 10 gün boyunca devam etmiştir. En yüksek enkapsülasyon indeksi yüzdesi, yüksek yağlı diyetle beslenen arılarda, en düşük yüzde düşük yağlı diyet tüketen arılarda tespit edilmiştir. Benzer şekilde, fenoloksidaz aktivitesi, arıların tükettikleri yağ miktarı arttıkça hemolenfte artmıştır. Yüksek yağlı besin tüketen arıların hipofarengal bezlerindeki protein içeriği, düşük yağlı diyetle beslenenlere kıyasla iki kat daha fazla bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar, yağlı diyet ile arı sağlığı arasında bir ilişki olduğu ve bazı durumlarda koloni kayıplarının, belirli bir yağ takviyesi ile birlikte sakkaroz ve protein beslemesi sağlanarak azaltılabileceğini göstermiştir [2].

Farklı besin kaynakları ile beslenen genç bal arılarının hemolenf protein içeriklerini ölçmek için yapılan bir çalışmada, iki ticari besin kaynağı, arıların topladığı polen ve akasya meyvesi unu (Brezilya'nın bazı bölgelerinde arıcılar tarafından kullanılan) karşılaştırılmıştır. Ticari besinler, soya bazlı olmayan polen ikame diyeti (Feed-Bee® olarak adlandırılmış) ve soya bazlı bir diyet (Bee-Pro® olarak adlandırılmış) olarak belirlenmiştir. Besinler, 100 Afrika kökenli bal arısından oluşan gruplara, pat formunda verilmiş ve bu gruplar doğumdan altı günlük yaşa kadar beslenmiştir. Sakkaroz, protein içermeyen bir kontrol olarak şeker şurubu şeklinde kullanılmıştır. Feed-Bee®, Bee-Pro®, polen ve akasya meyvesi unu diyetleri arılara yalnızca sakkaroz çözeltisi verilenlere kıyasla hemolenfteki protein seviyelerini sırasıyla 2.65, 2.51, 1.76 ve 1.69 kat artırmıştır. Feed-Bee® ve Bee-Pro® ile beslenen arıların hemolenf protein seviyeleri, kontrol gruplarına ve akasya meyvesi unu ile beslenenlere göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuş, polenle beslenenlerden ise hafifçe daha yüksek elde edilmiştir. Dört proteinli diyetin tamamının protein seviyelerinin, yalnızca şeker şurubu ile beslenenden anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir [11].

Bal arılarının besin yetersizliği dönemindeki atipik toplayıcılık davranışlarını araştırmak amacıyla, çeşitli beslenme stratejileri kullanılarak in vitro koşullarda genç bal arıları arasında hayatta kalma sürelerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, uygulama gruplarına, %100, %67 ve %33 oranında arıların topladığı mısır tanesi tozu, %100, %67 ve %33 oranında elle toplanmış mısır tanesi tozu ve %100 ticari polen ikamesi içeren katıkılı besin verilmiştir. Ayrıca, arılara

0.5:1, 1.5:1 sakkaroz şurubu ve yukarıda belirtilen takviyelerle birlikte 1.5:1 sakkaroz şurubu verilmiştir. Farklı katı yemlerle beslenen gruplar arasında hayatta kalma süresi açısından anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Bu çalışma, mısır tanesi tozunun tercih edilen besin kaynakları bulunmadığında hayatta kalmak için yeterli besini sağladığını göstermektedir. Farklı şurup türleriyle beslenen gruplar arasında in vitro hayatta kalma süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Arıcıların besin kaynağı bulunmadığı dönemlerde şurupla birlikte takviye sağlamlarının bal arılarının hayatta kalma potansiyeline artırabileceği belirtilmiştir [29].

Bal arılarında, doğal polen kaynaklarının geniş çeşitliliğinin larval gelişimi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, Batı Avustralya arıcılık endüstrisi için önemli olan 4 doğal polen kaynağının besin kalitesinin bal arısı (*Apis mellifera* L.) gelişimi üzerindeki etkisi test edilmiştir. Çalışma 800 g işçi arı ve 1 adet çiftleşmiş ana arıdan oluşan 40 adet paket arıyla oluşturulan koloniler üzerinde yapılmıştır. Rastgele seçilen her bir 10 koloniye 4 farklı besleme ürününden bir tanesi: marri (*Corymbia calophylla* Lindl.), jarrah (*Eucalyptus marginata* Sm.), yonca (*Trifolium repens* L.) ve kanola (*Brassica napus* L.) poleni uygulanmıştır. Besleme yapıldıktan sonra yeni çıkan arılar toplanmıştır. Yeni çıkan arılar tek tek tartılmış ve vücut kompozisyonları, beslenme tedavi gruplarına göre topluca ölçülmüştür. Deney süresince yiyecek tüketimi kaydedilmiştir. Hemşire arılar, 4 farklı besin kalitesine sahip polen ile beslendiklerinde, larva aşamasından yetişkin işçi arılara kadar başarılı bir şekilde besleme yapmıştır. Farklı polen türleriyle beslenen yeni çıkan arıların vücut kompozisyonu veya ağırlığında herhangi bir fark bulunmamıştır. Ancak, arıların vücut ağırlığı zamanla artmıştır. Bu durum muhtemelen koloni büyüklüğü ve yapısıyla ilişkilendirilmiştir. Polen türünün larval gelişim üzerinde çok az etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Polen parçacıklarının türü larva gelişimi üzerinde çok az etkiye sahip olduğu, arıların tüm temel besin maddelerine erişebilmesini sağlamak için polenin bileşiminden ziyade bulunabilirliğinin daha önemli olabileceği belirtilmiştir [21].

Yapılan bir çalışmada, nane, tarçın ve papatyanın arı kolonilerinin gelişimi ve sağlığı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Bu bitkilerle takviye edilmiş şeker şurubu ve yalnızca şeker şurubu (kontrol grubu) ile arı kolonileri haftalık olarak beslenmiştir. Tarçın katkılı şeker şurubu ile beslenen kolonilerde balmumu petek yapma oranında artış olduğu belirlenmiştir. Bu grup ayrıca Varroa akarlarıyla en düşük enfestasyon oranlarına sahip olup, tarçının Varroa kontrolündeki spesifik rolüne işaret etmektedir. Koloni gelişimi, papatya grubunda diğer gruplardan belirgin şekilde daha iyi olmuştur. Nane grubunda ise çoğu parametrede kontrol grubuna göre herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiştir. Tüm besleme türleri, morfolojik özellikler ve arı hayatta kalma sonuçlarına göre güvenli bulunmuştur. Pratikte, balmumu petek yapımı gerektiğinde tarçın, koloni gücünü artırmak istendiğinde ise papatya önerilmektedir. Tarçının Varroa kontrolündeki rolü, ileri çalışmalar için önerilmiştir [3].

Laktik asit bakterilerinden elde edilen probiyotik ve postbiyotik ürünlerle bal arısı kolonilerine yapılan besleme takviyesinin, arı nüfusu, kapalı-açık yavru alanları ve sağlık parametreleri üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, üç grupta toplam 30 kovan oluşturulmuş ve bu kovanlar kontrol, probiyotik veya postbiyotik ürünlerle takviye edilmiş besin ile beslenmiş, toplamda iki ay boyunca sonbaharda dokuz uygulama yapılmıştır. Kovanların güç ve sağlık durumlarını değerlendirmek için iki izleme testi yapılmıştır. Postbiyotik ürünler tüketen koloniler güçlerini, arı nüfuslarını, kraliçe yumurtlama oranını artırmış ve polen rezervlerini korumuştur. Buna karşın bu parametreler diğer gruptaki kolonilerde azalmıştır. Ayrıca, sonuçlar postbiyotik ürünlerin *N. ceranae* enfeksiyon seviyesi üzerindeki olumlu bir etkisi olduğunu gösterirken, probiyotikler ara sonuçlar vermiştir. *V. destructor* enfestasyonu ile ilgili uzun vadeli sonuçlar beklenirken, tüm gruplarda benzer eğilimler gözlemlenmiştir. Postbiyotiklerle yapılan besleme takviyesinin, arıcılar için kolonilerin güç ve sağlık durumunu artırmak amacıyla önemli bir ürün olabileceği bildirilmiştir [15].

Çiçeklerde nektar bulunmadığı dönemlerde sukroz şurubu yerine verilmek üzere muz kabuğu atığından elde edilen monomerik şekerler içeren şurup, hidrolize edilerek bal arılarını besleme için hazırlanmıştır. Bu çalışmada, bu şuruba monomerik şekerler (glukoz, fruktoz) eklenmiş ve eklenmemiş olarak iki hafta süreyle kafeste tutulan işçi arılara besleme yapılmıştır. Deney No. 2'de (polenler + %25 w/v glukozlu muz kabuğu atık şurubu) yer alan işçi arıların ömründe anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Morfometrik çalışmalar, işçi arıların vücut parametrelerinde belirgin artışlar olduğunu doğrulamıştır. Hipofaringeal bezleri gelişmiş olup, kontrol grubuna kıyasla daha büyük olduğu belirlenmiştir. Mide ve ince bağırsağın 8 µm'ye kadar kesitleri hazırlanıp mikroskop altında incelenmiştir. Deney No. 2'deki arılarda, midelerinde peritrofik zarların bulunması, hiper kromatik boyanmış çekirdekler, mide hücrelerinde artan salgı miktarı ve bağırsak lumeninin ortasında yoğun, homojen şekilde sindirilmiş polen kütlesinin olduğu gözlemlenmiştir. Bu, sindirimin iyileştiğine işaret etmektedir. Ortalama mide lumen çapı $450 \pm 34.6 \mu\text{m}^2$ iken, kontrol grubunun ortalama

lumen çapı $240.0 \pm 30.5 \mu\text{m}^2$ olarak ölçülmüştür. Ortalama bağırsak lumen çapı ise $223.3 \pm 33.3 \mu\text{m}^2$ olarak ölçülmüş olup, kontrol grubunun ortalama çapı $113.3 \pm 38.4 \mu\text{m}^2$ olarak belirlenmiştir. Bu sonuç doku gelişimini gösteren bir diğer belirtidir. Sonuç olarak, biyoşeker şurubunun kullanımının bal arıları için sakkaroz şeker şurubuna iyi bir alternatif olduğu önerisinde bulunulmuştur [18].

Polen eksikliği dönemlerinde arılar, mısır gibi alternatif ürünlerde besin aramak zorunda kalırlar. Ancak mısır poleninin protein ve temel amino asitlerden yoksun olduğu düşünülerek arılar için düşük değerli bir besin kaynağı olduğu kabul edilmektedir. Mısırın bal arıları için besin değerinin değerlendirilmesi amacı ile yapılan bir çalışmada, mısırdaki histidin konsantrasyonu belirgin şekilde düşük bulunmuş, ancak diğer tüm temel amino asitlerin miktarının karışık polenden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Saf mısır poleni diyeti (A) ile beslenen arıların performansı ve bağışıklık yetkinliği, çok çiçekli polen diyeti (B) ve yapay polen ikamesi diyeti (C) ile beslenen arılarla karşılaştırılmıştır. Diyet A ve C'nin tüketimi, yavru yetiştirme kapasitesinde ve yaşam süresinde azalma ile ilişkilendirilmiştir. Ancak, humoral bağışıklığın iki parametresine dayanarak bağışıklık üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı gözlemlenmemiştir [19].

Sıvı bir hidrolize protein takviyesinin koloni sağlığı ve genel durumuna etkilerini incelemek için yapılan bir çalışmada, aynı doğal besin kaynaklarına erişimi olan ve benzer iklim koşullarında bulunan koloniler kullanılmıştır. Beş arılıkta, her biri on kovandan oluşan iki grup (biri plasebo, diğeri protein takviyeli) seçilerek yetişkin arı sayısı, yavru miktarı (açık ve kapalı), bal ve polen rezervleri, *V. destructor*, *N. ceranae*, deforme kanat virüsü (DWV) ve kronik arı felci virüsü (CBPV) enfestasyonu durumları belirlenmiştir. Ayrıca, bağışıklık sistemi ile ilişkili dört gen ve vitellogenin kodlayan bir genin ekspresyonu değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, proteinle takviye edilen kolonilerde açık yavru sayısında anlamlı bir artış ve *V. destructor* enfestasyonunda bir azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu kolonilerde kış sonrası ölüm oranında önemli bir düşüş kaydedilmiştir. Sonuç olarak, bu ürünle yapılan takviye, koloni sağlığını iyileştirmiş ve arı kolonisi kayıplarına karşı umut verici bir araç olarak değerlendirilmiştir [12].

Sonuç

Dünya ve ülkemizde birçok etmenin bir araya gelmesi sonucu belirli dönemlerde bal arıları ihtiyaçları olan nektar ve poleni yeterli miktarda karşılayamamaktadır. Doğada yeterli miktarda nektar ve polen olmadığı durumlarda bal arılarının besin ihtiyaçları farklı ikame yemlerle karşılanmaktadır. Fakat uygun besin ikameleri kullanılmadığı zamanlarda ana arının yumurtlama etkinliği düşmekte, erkek arıların üreme etkinliği düşmekte, işçi arıların bağışıklık sistemleri zayıflamakta buna bağlı olarak yaşam süreleri kısalabilmektedir. Bunlara bağlı olarak koloniler zayıflamakta, verimlilik azalmakta ve hatta koloni kayıpları görülebilmektedir.

Bal arılarına uygun ikame yemlerle takviye beslemelerin yapılması günümüz dünyasında bir zorunluluk haline gelmiştir. Arıların beslemesinde kullanılan ikame besin kaynaklarının içerdiği hammaddelere dikkat edilmesi gereklidir. Uygun diyet takviyeleri ile beslenen bal arılarının bağışıklık sistemlerinin artması ve genel sağlık durumları ile *Varroa destructor* ve *Nosema ceranae* gibi bazı patojenlerin neden olduğu enfestasyonlarda iyileştirebileceğini bilinmektedir.

Beslemede kullanılan materyallerin içeriklerinin bitki kökenli olmasına, bal ve polen kullanılıyorsa sterilize edilmesine özen gösterilmelidir. Şeker şurubu ile besleme yapılıyorsa HMF düzeyine dikkat edilmeli, nişasta ve mısır nişastasından elde edilen şuruplar kullanılmamalıdır.

Bal arılarının yapay beslemesinde kullanılacak besin kaynaklarının içeriklerinin arıların ihtiyaçları doğrultusunda olması çok önemlidir. Bal arısı beslemesindeki Ar-Ge çalışmalarının artırılarak devam edilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- [1] Aizen, M. A., & Harder, L. D. (2009). Geographic variation in the growth of domesticated honey-bee stocks: Disease or economics? *Communicative and Integrative Biology*, 2(6), 464-466.
- [2] Al-Esawy, M. T. (2023). Honey bee immunity and physiology are enhanced by consuming high-fat diets.

- [3] Al-Ghamdi, A. A., Abou-Shaara, H. F., & Ansari, M. J. (2021). Effects of sugar feeding supplemented with three plant extracts on some parameters of honey bee colonies. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(4), 2076-2082. -24
- [4] Ahmad, S.K., Ali, A., Anwar, P.T., Dawah, H.A. (2023). An overview of artificial nutrition in apiculture. *Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences*, 11(6), 884 – 918.
- [5] Brodschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrition and health in honey bees. *Apidologie*, 41(3), 278-294.
- [6] Calderone, N. W. (2012). Insect pollinated crops, insect pollinators and US agriculture: trend analysis of aggregate data for the period 1992 - 2009. *PLoS ONE*, 7, e37235. DOI:10.1371/journal.pone.0037235
- [7] Crailsheim K., Schneider L.H.W., Hrassnigg N., Bühlmann G., Brosch U., Gmeinbauer R., Schöffmann B. (1992) Pollen consumption and utilization in worker honeybees (*Apis mellifera carnica*): dependence on individual age and function, *Journal of insect Physiology*. 38, 409-419.
- [8] Crailsheim K. (1986) Dependence of protein metabolism on age and season in the honeybee (*Apis mellifica carnica* Pollm), *Journal of insect Physiology*. 32, 629-634.
- [9] Cremonese T.M., de Jong D., Bitondi M.M.G. (1998) Quantification of hemolymph proteins as a fast method for testing protein diets for honey bees (Hymenoptera: Apidae), *Journal of economic entomology*. 91, 1284-1289
- [10] De Groot A.P. (1953) Protein and amino acid requirements of the honeybee (*Apis mellifica* L.), *Physiol. Comp. Oecol.* 3, 197-285.
- [11] De Jong D., da Silva E.J., Kevan P.G., Atkinson J.L. (2009) Pollen substitutes increase honey bee haemolymph protein levels as much as or more than does pollen, *Journal of Apicultural Research*. 48, 34-37.
- [12] García-Vicente, E. J., Martín, M., Rey-Casero, I., Pérez, A., Martín, J., García, A., ... & Risco, D. (2024). Effects of feeding with a protein liquid supplement on productivity, mortality and health of *Apis mellifera* hives in southwestern Spain. *Research in Veterinary Science*, 169, 105173. -40
- [13] Grossman, E. (2013). Declining bee populations pose a threat to global agriculture. *Yale Environment*, 360. Retrieved from https://e360.yale.edu/features/declining_bee_populations_pose_a_threat_to_global_agriculture
- [14] Güneşdoğdu, M., Sarioğlu-Bozkurt, A., Şekeroğlu, A., & Abacı, S. H. (2024). Changes in vitellogenin, abdominal lipid content, and hypopharyngeal gland development in honey bees fed diets with different protein sources. *Insects*, 15(4), 215. -10
- [15] García-Vicente, E. J., Martín, M., Rey-Casero, I., Pérez, A., Martínez, R., Bravo, M., ... & Risco, D. (2023). Effect of feed supplementation with probiotics and postbiotics on strength and health status of honey bee (*Apis mellifera*) hives during late spring. *Research in Veterinary Science*, 159, 237-243.-28
- [16] Huang, Z., 2012. Pollen nutrition affects honey bee stress resistance. *Terrestrial Arthropod Reviews*. 5, 175-189.
- [17] Hrassnigg N., Crailsheim K. (2005) Differences in drone and worker physiology in honeybees (*Apis mellifera* L.), *Apidologie* 36, 255-277.
- [18] Hasan, A., Qazi, J. I., Tabssum, F., & Hussain, A. (2023). Development, gut health, and longevity of European bee on the provision of biosugar syrup. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 47, 102532. -32
- [19] Höcherl, N., Siede, R., Illies, I., Gätschenberger, H., & Tautz, J. (2012). Evaluation of the nutritive value of maize for honey bees. *Journal of Insect Physiology*, 58(2), 278-285.-37
- [20] Kunert K., Crailsheim K. (1988) Seasonal changes in carbohydrate, lipid and protein content in emerging worker honeybees and their mortality, *Journal of Apicultural Research*. 27, 13-21.
- [21] Kratz, M., Manning, R., Dods, K., Baer, B., & Blache, D. (2024). Nurse bees regulate the larval nutrition of

- developing workers (*Apis mellifera*) when feeding on various pollen types. *Journal of Economic Entomology*, 117(3), 683-695.-20
- [22] Marcelino, J., Braese, C., Christmon, K., Evans, J.D., Gilligan, T., et al. (2022). The movement of western honey bees (*Apis mellifera* L.) among us states and territories: history, benefits, risks, and mitigation strategies. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 850600.
- [23] Morse, R. A., & Calderone, N. W. (2000). The value of honey bees as pollinators of US crops in 2000. *Bee Culture*, 128(3), 1-15.
- [24] Manaswi, A., Noordyke, E., Prouty, C., & Ellis, J. D. (2023). Western honey bee (*Apis mellifera* L.) attraction to commercial pollen substitutes and wildflower pollen in vitro. *Journal of Applied Entomology*, 147(3), 244-247. -12
- [25] Naz, S., Malik, M. F., Hussain, M., Iqbal, R., & Afsheen, S. (2022). To check the socio- economic importance of honey bee for developing countries in current financial crisis. *Pure and Applied Biology*, 11(3), 851-860. <http://dx.doi.org/10.19045/ bspab.2022.110087>
- [26] Salehpor, F., Ghafari, M., Rahimi, A., & Mokhbar, M. (2024). Effect of vitamins thiamine and riboflavin on population growth, functional traits, and body fat and protein reserves in Iranian honey bee (*Apis mellifera* meda) colonies. *Animal Production Research*, 13(2), 87-98. -4
- [27] Sagona, S., Coppola, F., Tafi, E., Orlando, C., D'Onofrio, C., Boni, C. B., ... & Felicioli, A. (2023). Effects of Virgin Coconut Oil-Enriched Diet on Immune and Antioxidant Enzymatic Activity, Fat and Vitellogenin Contents in Newly Emerged and Forager Bees (*Apis mellifera* L.) Reared in Cages. *Insects*, 14(11), 856.-8
- [28] Oskay, D. (2017). Bal arısı ek beslemesinde sorunlar ve çözüm önerileri. *Arıcılık Araştırma Dergisi*, 9(1), 1-8.
- [29] Thompson, K., & Drew, B. T. (2022). Supplemental feeds and foraged corn grain dust: a comparison of the number of days survived in vitro by young adult honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research*, 61(1), 1-8. -19
- [30] Wakagri, M., & Ygezu, G. (2021). Honeybee production constraints and important management practices of these challenges. *Cogent Food and Agriculture*, 7(1), 1872192. DOI:10.1080/23311932.2021.1872192



BinBee
ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Determination of Sugar Composition of Bingöl Royal Jelly by High Pressure Liquid Chromatography - Refractive Index Detector (HPLC-RID)

Ebubekir İzol^{1,2*}, Davut Karahan^{1,2}, Esmâ Kayaoğlu^{1,3,4}

Article info

Received: 06.03.2025
Accepted: 06.18.2025

Article type: Research

Keywords: Royal Jelly, HPLC-RID, Sugar

Abstract

Royal jelly is a very important natural product secreted from the upper jaw and throat glands of 5-10-day-old worker bees to feed the queen and larvae and can be white or cream colored. It is also an important functional food that is widely consumed and known to be good for many diseases. For this reason, it should be determined that quality parameters are met in its consumption and that it is free from counterfeiting and adulteration. One of the significant components of royal jelly is carbohydrates. It is very important to determine the amount of sugar content with reliable and sensitive methods and technologies.

In this study, four different sugar contents of royal jelly obtained from Bingöl province were determined by High Pressure Liquid Chromatography - Refractive Index Detector (HPLC-RID) technology. Fructose (m/m) 4.87 ± 0.76 , glucose (m/m) 6.13 ± 0.81 , sucrose (m/m) 1.13 ± 0.57 , and maltose (m/m) 0.32 ± 0.80 were determined. It was determined that the values found were in accordance with the royal jelly sugar content values in the Turkish Food Codex Bee Products Communiqué. It is important to carry out these analyses regularly, especially for royal jelly, which is a functional food, to be free from imitation, adulteration and counterfeiting.

Citation: İzol, E., Karahan, D., Kayaoğlu, E. (2025). Determination of Sugar Composition of Bingöl Royal Jelly by High Pressure Liquid Chromatography - Refractive Index Detector (HPLC-RID). *Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP)*, 5(1), 8-14

Bingöl Arı Sütünün Şeker Bileşiminin Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi- Kırılma İndisi Detektörü (HPLC-RID) ile Belirlenmesi

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 03.06.2025
Kabul Tarihi: 18.06.2025

Makale türü: Araştırma

Anahtar kelimeler: Arı sütü, HPLC-RID, Şeker

Özet

Arı sütü, 5-10 günlük işçi arıların üst çene ve boğaz bezlerinden ana arı ve larvaları beslemek için salgılanan, beyaz veya krem renginde olabilen çok önemli bir doğal üründür. Aynı zamanda yaygın olarak tüketilen ve birçok hastalığa iyi geldiği bilinen önemli bir fonksiyonel gıdadır. Bu nedenle tüketiminde kalite parametrelerinin sağlandığı, taklit ve taşıştan uzak olduğu tespit edilmelidir. Arı sütünün önemli bileşenlerinden biri karbonhidratlardır. Şeker içeriğinin miktarının güvenilir ve hassas yöntem ve teknolojilerle belirlenmesi çok önemlidir.

Bu çalışmada Bingöl ilinden elde edilen arı sütünün dört farklı şeker içeriği Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi - Refraktif İndeks Dedektörü (HPLC-RID) teknolojisi ile belirlenmiştir. Fruktoz (m/m) 4.87 ± 0.76 , glukoz (m/m) 6.13 ± 0.81 , sakkaroz (m/m) 1.13 ± 0.57 ve maltoz (m/m) 0.32 ± 0.80 olarak belirlenmiştir. Bulunan değerlerin Türk Gıda Kodeksi Arı Ürünleri Tebliği'nde yer alan arı sütü şeker içeriği değerlerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Özellikle fonksiyonel bir gıda olan arı sütünün taklit, taşışt ve sahtecilikten arı olması için bu analizlerin düzenli olarak yapılması önem arz etmektedir.

Atıf: İzol, E., Karahan, D., Kayaoğlu, E. (2025). Determination of Sugar Composition of Bingöl Royal Jelly by High Pressure Liquid Chromatography - Refractive Index Detector (HPLC-RID). *Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP)*, 5(1), 8-14

¹ *Sorumlu yazar, Ebubekir İZOL, Bingöl University, Bee and Natural Products R&D and P&D Application and Research Center, Bingöl, Türkiye
eizol@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0788-4999

² Bingöl University, Institute of Science and Technology, Department of Bee and Bee Products, Bingöl, Türkiye, dkarahan@bingol.edu.tr,
ORCID: 0000-0003-4571-1095

³ Bingöl University, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Food Hygiene and Technology, Bingöl, Türkiye, ekayaoglu@bingol.edu.tr,
ORCID: 0009-0007-5605-1842

⁴ Ankara University, Institute of Health Sciences, Ankara, Türkiye, ekayaoglu@bingol.edu.tr, ORCID: 0009-0007-5605-1842

Introduction

Royal jelly is a creamy, viscous liquid secreted from the cranial exocrine (mandibular and hypopharyngeal) glands of *Apis mellifera* L. [1]. It plays a critical role as a staple food for queen bees and larvae [2]. Its unique biological composition and nutritional value make it more valuable than other bee products. Not only its raw form but also its addition to various foods with different formulations continues to increase its consumption and prevalence worldwide [3, 4]. From a biomedical point of view, the fact that it is an antioxidative [5] and vasodilator agent, microbial and inflammation inhibitor, and immunomodulator shows that it is a potential chemopreventive and protective [6-8]. Recently, the production and consumption of functional foods in the promotion and protection of human health has become an important market for the food industry. It is understood that a link has been established between healthy nutrition and the treatment or control of various diseases [9]. In this context, "superfoods," which are defined as functional foods, attract attention in terms of being formed both naturally and by adding certain ingredients to certain substances [10]. Royal jelly, which is among the functional foods obtained by natural means, is of scientific, therapeutic and economic importance [11].

Apart from its nutritional value, royal jelly is used as a medicinal product in many countries as a medical support in a wide age range, including pediatric and geriatric areas [12]. Apart from the food and health sector, this product is also used effectively in cosmetic applications. Royal jelly production is increasing worldwide to meet the demand every day. In particular, China is the world's largest royal jelly producer and exporter, accounting for about 90% of global production with an annual capacity of 4000 tons [13, 14].

In the chemical composition of royal jelly, the majority of the secretion consists of 60-70% water, with the remaining parts consisting mainly of proteins, carbohydrates and fats. Twenty-three different amino acids, albumin, globulin types, lipoproteins and glycoproteins are included in the protein amount between 9% and 18%. The fats in royal jelly are mostly composed of medium-chain fatty acids. The total fat content in royal jelly is approximately 3-8%. Especially in this group, 10-hydroxy-2-decanoic acid (10-HDA) and phenolic lipids are important. It is very rich in mineral content (zinc, potassium, calcium, manganese, iron and sodium) and vitamins (B group, A, C, D, E and K). The total proportion of simple sugars in royal jelly varies between 7% and 18%. Sugar content is mostly composed of monosaccharides such as glucose and fructose. Apart from these, trace amounts of sugars such as inositol, trehalose, ribose and isomaltose are also found [15-18].

These sugars in royal jelly not only contribute to energy and nutrition but also play a differentiating role in the developmental differentiation of queen and worker bees for the continuity of the colony's life cycle [19]. Differentiation of the colony into worker or queen bees is influential in hive dynamics by providing nutrition-triggered epigenetic pathways such as IGF-1/mTOR [4,20].

The sugar profile has been found to vary depending on climatic and geographical factors, the type of bee population, and floral sources [21, 22]. These monosaccharides are among the components that need to be carefully monitored in terms of food safety. In particular, the glucose/fructose ratio, which hovers around 1:1, can be used as a marker to understand the authenticity of the source of the product and possible environmental contamination [18, 23].

In particular, research on the bioavailability of sugars in royal jelly, their effects in the gastrointestinal system, and their activities on metabolism at the cellular level indicate that this component has biological functions beyond being a source of energy metabolism [24]. Therefore, analyzing the structural and functional properties of monosaccharides (glucose and fructose) in royal jelly in a holistic manner contributes to overcoming the lack of information in the functional foods discipline of food technology [25].

In chromatographic-based analyses, mainly with the help of the HPLC-RID method, it is used in the separation and quantitative analysis of sugars in royal jelly because it provides high sensitivity and accuracy [26].

In this context, HPLC-RID method is of critical importance for the determination and concentration of sugars in royal jelly with sensitive methods, control of product quality and prevention of adulteration (fraudulent product production). Studies with chromatographic-based analytical approaches allow comprehensive characterization of carbohydrates in royal jelly [27,28].

Material and Methods

Chemicals

We bought the chemicals and standards needed for HPLC-RID analysis from Sigma-Aldrich (Steinheim, Germany).

Supply of royal jelly

Royal jelly was obtained from beekeepers registered with the Bingöl Beekeepers Association. Royal jelly collected with an injector was kept in a cold chain.



Figure 1. Royal Jelly

Preparation of royal jelly for analysis

1 g of fresh royal jelly (RJ) was diluted in water: methanol (3:1) in a 10 ml volumetric flask. Proteins were precipitated by adding 0.1 ml Carrez I and 0.1 ml Carrez II reagent and then homogenized. The solution was transferred to a glass centrifuge tube and centrifuged at 3800 rpm for 20 min to remove the protein fraction. 2 ml of the supernatant was transferred to a capped glass tube and prewashed with dichloromethane. The sugar fraction was then transferred to vials using a 0.45 μ m syringe filter [26, 29].

Determination of sugar contents by HPLC-RID

Royal Jelly (RJ) sugars were determined by the HPLC method described by Sesta (2006). The following modules were used for HPLC analysis (Agilent 1260 Infinity II): autosampler/injector, pump, column oven, refractive index detector (RID), software (Agilent OpenLab ChemStation), and column (Cosmosil NH2, 5 μ m, 250 $\times$ 3.2 mm). Elution was performed at an isocratic flow rate of 1.4 mL/min using acetonitrile/water (85:15) as the mobile phase. The column and RID were kept at 30 °C. The injection volume was 5 μ L. The assay was based on the injection of an external standard prepared as a 100 mL water/methanol solution (3:1) containing 1.1 g fructose, 1.1 g glucose, 0.3 g sucrose, and 0.3 g maltose. Results were expressed as a percentage (g/100 g) of each sugar on RJ [26, 29, 30].

Results and Discussion

Sugar content by HPLC-RID

The determination of RJ sugars is a crucial step towards quality standardization. This method allows the determination of the three main RJ sugars (fructose, glucose, and sucrose) and the rare maltose. Figure 1 shows the standard chromatogram obtained in the analysis of a mixture of sugar standards (fructose, glucose, sucrose and maltose). Peak identification was done by comparison with a standard mixture solution based on retention time similarity. The mean and standard deviation values of RJ as a result of this study are given in Table 1.

Table 1. Sugar contents of Bingöl Royal Jelly by HPLC-RID

Parameters	Quantity
Fructose (% m/m)	4,87 $\pm$ 0,76
Glucose (% m/m)	6,13 $\pm$ 0,81
Sucrose (% m/m)	1,13 $\pm$ 0,57
Maltose (% m/m)	0,32 $\pm$ 0,80

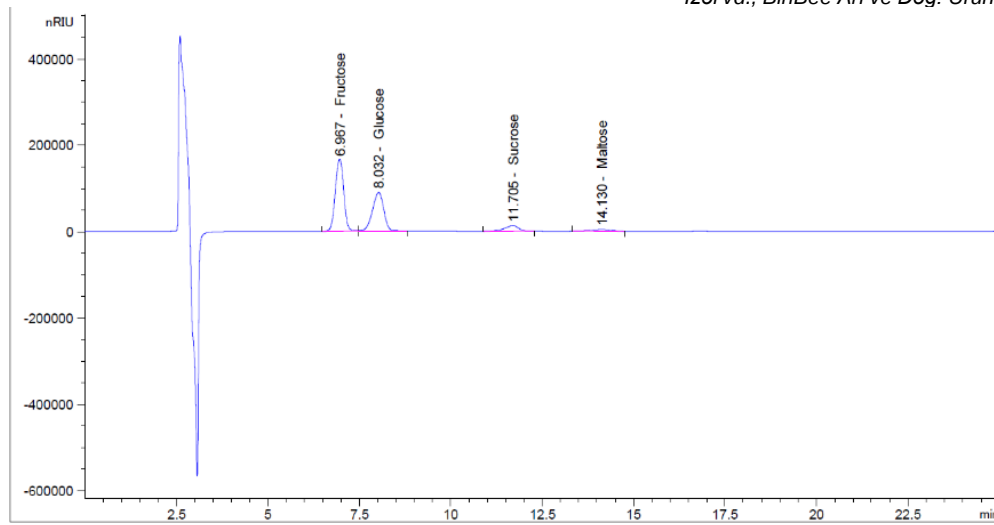


Figure 2. Chromatogram of mixture sugars standards

The highest sugar content is glucose, followed by fructose, sucrose and maltose. In the Turkish Food Codex Communiqué on Bee Products (Communiqué No: 2024/6), the sugar limits that RJ should carry are shown in Table 2.

Table 2. Turkish Food Codex Royal Jelly(RJ) specifications

Parameters	Quantity
Fructose (% m/m)	2-9
Glucose (% m/m)	2-9
Sucrose (% m/m max)	3
Maltose (% m/m max)	1,5

As a result of the study, it was determined that the royal jelly obtained from the Bingöl region complies with the values in the Turkish Food Codex Bee Products Communiqué. This is an indication that royal jelly is not supplemented with any sugar from outside. The amount of carbohydrate in its content is important to show that royal jelly is consumed for many diseases and especially for diabetic patients. It is especially important for diabetics that glucose and fructose, which cause an increase in blood sugar, are not in high amounts.

Sesta et al. (2009) determined the sugars of 97 different RJ samples by HPLC. The average sugar contents of 97 samples were fructose 4.6%, glucose 5.8%, sucrose 1.0%, and maltose 0.4% [26].

In another study, 10 different RJ samples were analyzed. The average sugar content of 10 different RJ samples was 4.83% fructose, 6.61% glucose, 1.87% sucrose, and 0.3% maltose, respectively [29].

Balkanska and Kashamov (2011) conducted a study to determine the chemical content of 6 different lyophilized RJ samples produced in Bulgaria. As a result of the study, they detected 11.85% fructose, 9.9% glucose, and 7.65% sucrose, including 29.4% total sugar in RJ samples [31].

Šimúth (2001) found the amounts of fructose, glucose, and sucrose to be 14.0%, 18.8%, and 1.0%, respectively, in his study on RJ.

In a study by Zhu et al. (2019), 19 types of sugar compounds were analyzed in royal jelly samples produced in China using the HPLC-RID method. This study revealed the high sensitivity of the method and comprehensive sugar analysis.

In a study conducted by Şenel et al. (2010), it was reported that glucose (3.2-4.3%) and fructose (3.8-5.1%) levels were significant in royal jelly samples by the HPLC-RID method, while sucrose was generally detected at <1% levels. The data obtained in this study are consistent with the sugar levels reported in the literature and Turkish Food Codex [26, 27, 29, 31]. There are some differences in the values of RJ samples; this difference depends on factors such as geographical location, climate, etc. Sabatini et al. (2009) reported that fructose was more prevalent than glucose. Sucrose is present in almost all RJ samples, but its concentrations are highly variable [33].

Conclusion

Royal jelly is a significant product that is a pioneer among alternative natural products and has uses for many diseases. The need for quality standards for bee products other than honey is widely recognized, both for consumer safety and for the development of beekeeping through value-added products. Royal jelly should be unaffected by the sugar

syrups used in beekeeping and should not have external additives. Sugars are among the main components of royal jelly, and their quantification is crucial for quality control, including the detection of possible adulteration of royal jelly with honey or sugar. Fructose, glucose and sucrose are the main sugars in royal jelly. In this study, royal jelly produced in Bingöl province, which is one of the important beekeeping centers of Turkey, was profiled for sugars at the Bee and Natural Products R&D and P&D Application and Research Center at Bingöl University, a specialized university in bees and bee products. The results were found to be in accordance with the data in the Turkish Food Codex Bee Products Communiqué.

Author Contribution

E.İ.: investigation, methodology, formal analysis, writing – original draft, writing – review & editing. D.K: methodology, formal analysis, writing – original draft. E.K.: investigation, methodology, writing – original draft

Acknowledgements

We would like to thank Bingöl University Bee and Natural Products R&D and P&D Application and Research Center for the realization of this study.

References

- [1] Hassanyar, A. K., Huang, J., Nie, H., Li, Z., Hussain, M., et al. (2023). The association between the hypopharyngeal glands and the molecular mechanism which honey bees secrete royal jelly. *Journal of Apicultural Research*, 62(3), 225-235. <https://doi.org/10.1080/00218839.2023.2241611>
- [2] Mohammed, G. I. (2023). Royal jelly as larval food for honey bees (pp. 67–82). *Bentham Science Publishers eBooks*. <https://doi.org/10.2174/9789815079128112010005>
- [3] İzol, E., Yılmaz, M. A., & Gülçin, İ. (2025). Chemical characterization by chromatography techniques and comprehensive biological activities of Artvin bee products. *ChemistrySelect*, 10(18), e202501545. <https://doi.org/10.1002/slct.202501545>
- [4] Oršolić, N., Jazvinščak Jembrek, M., et al. (2024). Royal jelly: Biological action and health benefits. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(11), 6023.
- [5] Kocot, J., Kielczykowska, M., Luchowska-Kocot, D., Kurzepa, J., Musik, I., et al. (2018). Antioxidant potential of propolis, bee pollen, and royal jelly: Possible medical application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, 7074209. <https://doi.org/10.1155/2018/7074209>
- [6] Melliou, E., & Chinou, I. (2014). Chemistry and bioactivities of royal jelly (Vol. 43, pp. 261–290). *Elsevier*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63430-6.00008-4>
- [7] Yükinç, G. O. (2020). Royal jelly: Proteins and peptides. *Journal of Apitherapy and Nature*, 2(2), 59–70. <https://doi.org/10.35206/JAN.679534>
- [8] Botezan, S., Baci, G. M., Bagameri, L., Paşca, C., Dezmirean, D. S., et al. (2023). Current status of the bioactive properties of royal jelly: A comprehensive review with a focus on its anticancer, anti-inflammatory, and antioxidant effects. *Molecules*, 28(3), 1510.
- [9] Strant, M., Yücel, B., Topal, E., Puscasu, A. M., Margaoan, R., Varadi, A., et al. (2019). Use of royal jelly as functional food on human and animal health. *Hayvansal Üretim*, 60(2), 131-144.
- [10] Alu'datt, M. H., Al-u'datt, D., Rababah, T., Gammoh, S., Alrosan, M., et al. (2024). Recent research directions on functional royal jelly: Highlights prospects in food, nutraceutical, and pharmacological industries. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2418892>
- [11] El-Guendouz, S., Lyoussi, B., Miguel, M. G., et al. (2020). Insight into the chemical composition and biological properties of Mediterranean royal jelly. *Journal of Apicultural Research*, 59(5), 890–909. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1744241>
- [12] Ahmad, S., Campos, M. G. N., Fratini, F., Altaye, S. Z., Li, J., et al. (2020). New insights into the biological and pharmaceutical properties of royal jelly. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(2), 382. <https://doi.org/10.3390/IJMS21020382>

- [13] Altaye, S. Z., Meng, L., Lu, Y., Li, J., et al. (2019). The emerging proteomic research facilitates in-depth understanding of the biology of honeybees. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(17), 4252.
- [14] Feng, M., Fang, Y., Han, B., Xu, X., Fan, P., Hao, Y., et al. (2015). In-depth N-glycosylation reveals species-specific modifications and functions of the royal jelly protein from western (*Apis mellifera*) and eastern honeybees (*Apis cerana*). *Journal of Proteome Research*, 14(12), 5327-5340.
- [15] Maghsoudlou, A., Sadeghi Mahoonak, A., Mohebodini, H., Toldrá Vilardell, F., et al. (2019). Royal jelly: Chemistry, storage and bioactivities. *Journal of Food Science and Nutrition*, 68(5), 951-960.
- [16] Guo, J., Wang, Z., Chen, Y., Cao, J., Tian, W., Ma, B., Dong, Y., et al. (2021). Active components and biological functions of royal jelly. *Journal of Functional Foods*, 82, 104514.
- [17] Feng, M., Fang, Y., Han, B., Xu, X., Fan, P., Hao, Y., et al. (2015). In-depth N-glycosylation reveals species-specific modifications and functions of the royal jelly protein from western (*Apis mellifera*) and eastern honeybees (*Apis cerana*). *Journal of Proteome Research*, 14(12), 5327-5340.
- [18] Xue, X., Wu, L., Wang, K., et al. (2017). Chemical composition of royal jelly. In *Bee Products - Chemical and Biological Properties* (pp. 181-190).
- [19] Oldroyd, B. P., Reid, R. J., Ashe, A., Remnant, E. J., et al. (2024). Honey bees, royal jelly, epigenetics. *Elsevier BV*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-443-21477-6.00023-7>
- [20] Buttstedt, A., Ihling, C. H., Pietzsch, M., Moritz, R. F., et al. (2016). Royalactin is not a royal making of a queen. *Nature*, 537(7621), E10-E12.
- [21] İzol, E. (2023). Bazı Arı Ürünlerinin (Bal, Polen, Propolis, Arı Sütü ve Arı Ekmeği) LC-MS/MS ile Sekonder Metabolitlerinin ve Biyolojik Aktivitelerinin Belirlenmesi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [22] Kanelis, D., Liolios, V., Rodopoulou, M. A., Papadopoulou, F., Tananaki, C., et al. (2024). Production and quality characteristics of royal jelly in relation to available natural food resources. *Resources*, 13(4), 55.
- [23] İzol, E. (2024). "Glucose and Fructose in Food Safety" In *Food Safety*, ed. Arıcan Y.E., Osmanoğlu E.H., Nobel Tıp Kitabevleri, 441-457. ISBN: 9786053358787. <https://doi.org/10.69860/nobel.9786053358787>
- [24] Collazo, N., Carpena, M., Nuñez-Estevéz, B., Otero, P., Simal-Gandara, J., Prieto, M. A., et al. (2021). Health promoting properties of bee royal jelly: Food of the queens. *Nutrients*, 13(2), 543.
- [25] İzol, E. (2023). "Phytochemicals in Honey and Health Effects", In *Honeybees, Plants and Health*, ed. Koçyiğit M., İzol E., Haspolat Y.K., Orient Publications, 85-96. ISBN : 978-625-6598-03-4. <https://l24.im/14TQj>
- [26] Sesta, G. (2006). Determination of sugars in royal jelly by HPLC. *Apidologie*, 37(1), 84-90.
- [27] Tu, X., Wu, S., Liu, W., Gao, Z., Huang, S., Chen, W., et al. (2018). Sugaring-out assisted liquid-liquid extraction combined with high-performance liquid chromatography-fluorescence detection for the determination of bisphenol A and bisphenol B in royal jelly. *Food Analytical Methods*, 12, 705-711.
- [28] Demir, N., & İzol, E. (2024). "Significant Parameters in Honey Safety" In *Food Safety*, ed. Arıcan Y.E., Osmanoğlu E.H., Nobel Tıp Kitabevleri, 433-440. ISBN: 9786053358787. <https://doi.org/10.69860/nobel.9786053358787>
- [29] Popescu, O., Mărghițaș, L. A., Bobiș, O., Stanciu, O., Bonta, V., Moise, A., & Dezmirean, D. (2009). Sugar profile and total proteins content of fresh royal jelly.
- [30] Karahan, D., Yurt, B., & Güven, E. Ç. (2023). Investigation of the effect of creamed honey production process on the sugar profile of honey. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 12(2), 76-81.
- [31] Balkanska, R., & Kashamov, B. (2011). Composition and Physico-Chemical properties of lyophilized royal jelly. *Uludağ Arıcılık Dergisi*, 11(4), 114-117.

- [32] Šimúth, J. (2001). Some properties of the main protein of honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly. *Apidologie*, 32(1), 69-80.
- [33] Sabatini, A. G., Marcazzan, G. L., Caboni, M. F., Bogdanov, S., & Almeida-Muradian, L. D. (2009). Quality and standardisation of royal jelly. *Journal of ApiProduct and ApiMedical Science*, 1(1), 1-6.



BinBee
 ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

Determination of Grain and Silage Yield and Silage Quality Characteristics of Some Maize Varieties

Muhammed İsmail AKYILDIZ¹ Aydın ALP^{2*}

Article info

Received: 05.09.2025

Accepted: 06.27.2025

Article type: Research Article

Keywords:

Maize, Grain Yield, Agricultural Characters, Green Grass Yield, Silage, Silage Quality

Abstract

In this study, grain yield and silage quality of some corn varieties were determined. The aim of the study is to determine the second crop silage corn varieties which are suitable for the ecological conditions of Bismil District of Diyarbakır province and to propose high yield and quality varieties suitable to the demands of producers and consumers. Three different registered silage corn varieties Pioneer-1921, KWS Klips and Sygenta Lucroso were used as material in the study. The experiment was carried out on the second crop of farmers' fields after the main crop of wheat in 2017 in Diyarbakır Province Bismil District with three replications, according to randomized blocks trial design. In the study, characters such as grain yield and other yield characteristics, green grass yield and silage quality were investigated in the corn plants. In this research, agricultural characters such as plant length (2.17-2.40 cm), green grass yield (380.0-421.3 kg/ha), male tasselling period (62.7-81.0 days), female tasselling period (90.7-110.7 days), number of cobs (1.67-2.00), thousand grains weight (0-189.73 g), corncob grain yield (0-88.93 g) and silage quality characters such as silage pH value (4.05-4.28), ADF (30.92-33.90 %), NDF (56.91% -59.91%) and crude protein ratio (6.52 %-7.48 %) were found statistically significant. It was concluded that the Sygenta Lucroso variety showed superior values in terms of the above-mentioned yield components and earlier in point of tasselling period, and that the important quality component, which is an animal feed item, also showed superior values in terms of crude protein ratio compared to other varieties.

Citation: Akyıldız ve Alp (2025). Determination of grain and silage yield and silage quality characteristics of some maize varieties. *Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP)*, 5(1), 15-23.

Bazı Mısır Çeşitlerinin Tane Verimleri İle Silaj Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 09.05.2025

Kabul Tarihi: 27.06.2025

Makale türü: Araştırma makalesi

Anahtar kelimeler

Mısır, Tane Verimi, Tarımsal Karakterler, Yeşil Ot Verimi, Silaj, Silaj Kalitesi

Özet

Bu çalışmada bazı mısır çeşitlerinin tane verimleri ile silaj ve kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma ile Diyarbakır ili Bismil İlçesi ekolojik koşullarına uygun ikinci ürün silajlık mısır çeşitlerinin belirlenerek üretici ve tüketicinin taleplerine uygun, verim ve kalitesi yüksek çeşitlerin önerilmesi hedeflenmektedir. Araştırmada materyal olarak 3 farklı tescilli silajlık mısır çeşidi (Pioneer-1921, KWS Klips ve Sygenta Lucroso) kullanılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak Diyarbakır ili Bismil İlçesi 2017 yılı ana ürün buğday sonrası ikinci ürün çiftçi tarlalarında yürütülmüştür. Araştırmada yetiştirilen mısır bitkilerinde tane verimi ve verim unsurları ile yeşil ot verimi ve silaj kalitesi gibi karakterler incelenmiştir. Bu araştırmada silajlık mısır çeşitlerinin; bitki sap çapı (2.17-2.40 cm), yeşil ot verimi (380.0-421.3 kg/da), tepe püskülü çıkarma süresi (62.7-81.0 gün), koçan püskülü çıkarma süresi (90.7-110.7 gün), koçan sayısı (1.67-2.00 Adet), bin tane ağırlığı (0-189.73 g), koçan tane verimi (0-88.93 g) gibi tarımsal karakterler ile silaj pH değeri (4.05-4.28), Asit deterjanda çözünmeyen lif oranı (ADF) (% 30.92-33.90), Nötral Deterjanda çözünmeyen lif oranı (NDF) (% 56.91-59.91) ve ham protein oranı (% 6.52-7.48) gibi silaj kalitesini belirleyen karakterler istatistiki olarak önemli bulunmuştur.

Sygenta Lucroso çeşidinin yukarıda bahsedilen verim unsurları yönünden üstün değerler gösterdiği ve tepe püskülü ve koçan püskülü çıkarma gün sayısı yönünden daha erkenci olması ayrıca hayvan besleme ögesi olan önemli kalite unsuru ham protein bakımından da diğer çeşitlere oranla üstün değerler gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Atf: Akyıldız ve Alp (2025). Bazı Mısır Çeşitlerinin Tane Verimleri İle Silaj Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi *Journal of BinBee-Apicultural and Natural Products (JBANP)*, 5(1), 15-23.

¹ *Sorumlu yazar, Aydın ALP, Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla bitkileri, aydinalp21@dicle.edu.tr,

2. Muhammed İsmail AKYILDIZ, Dicle Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla bitkileri, aydinalp21@dicle.edu.tr

GİRİŞ

Mısır, başta insan gıdası ve hayvan yemi olarak kullanılmasının yanında sanayide tatlandırıcı sektöründe nişasta bazlı şeker, yağ, alkol, ispiroto, irmik, tutkal, biyoetanol gibi ürünlerin üretiminde hammadde olarak da kullanılmaktadır.

Mısır dünya tahıl ekim alanları içinde buğdaydan sonra ikinci sırayı almakta olup, üretim miktarı bakımından birinci sıradadır. FAO verilerine göre, dünya mısır ekim alanı 2014 yılında 183.3 milyon hektar, toplam üretim ise 1.02 milyar ton civarında olup, verim 557 kg/da'dır. Silajlık mısır ekim alanı 2014 yılında 1.1 milyon hektar, üretim 9.7 milyon ton, verim 885 kg/da civarındadır. Dünyada ve Türkiye'de ekim alanı giderek artmaktadır (Anonim, 2016).

Türkiye'nin bir çok bölgesi ekolojik yönden mısır tarımına uygun ve birim alan verimi, dünya ortalamasının üzerindedir. Ülkemizde 2014 yılı tane mısır üretimi 5 950 000 ton olup, ortalama verim ise 907 kg/da'dır. Güneydoğu Anadolu Bölgesinde ise, üretim 1 544 000 ton civarındadır. Türkiye'de tane mısır üretimi TÜİK verilerine göre 2017 yılında 6.390.844 dekar, üretim 5.90 milyon ton civarında olup, verim 930 kg/da'dır. Silajlık mısır üretimi 2017 yılında 4.862.296 dekarlık alanda 23.152.841 ton üretime sahip olup, verim 4760 kg/da'dır.

Ülkemiz hayvancılığının en önemli sorunu, hayvan varlığımızın yüksek olmasına rağmen kaliteli kaba yem açığımızın fazla olmasıdır. Kaba yemler, çiftlik hayvanlarına taze olarak, kurutulmuş ve silaj yapılarak yedirilen bitkisel materyallerdir (Bahtiyar ve Çufadar, 2003). Süt ineklerinin kuru madde tüketimlerinin en az % 40'ı kaba yemlerden karşılanmalıdır. Üreticilerimiz kaba yem sıkıntısının yaşandığı dönemlerde genelde hayvanlarını zorunlu olarak, besin maddesi içeriği düşük tahıl samanı ile beslemek zorunda kalmaktadır. Fakat son yıllarda üreticilerin bilinçlenmesi ile taze ve su bakımından zengin, karbonhidrat içeriği yüksek yem bitkilerinin parçalanması ile elde edilen ve silaj adı verilen kaba yemler tercih edilmeye başlanmıştır (Orak ve İptaş, 1999).

Ülkemizdeki mısır üretiminin %26'sı Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nden karşılanmaktadır. Bölgemizde buğday, arpa ve mercimek dışında ana ürün ve ikinci ürün tane mısır tarımı da yapılmakta olup, Şanlıurfa ilindeki ekim alanlarının %96'sında ikinci ürün ve %4'ünde ana ürün, Mardin ilindeki ekim alanlarının %99'unda ikinci ürün ve %1'inde ana ürün mısır ekimi yapılmaktadır (TÜİK, 2014). Bu iki ilimizde buğday, arpa ve mercimek hasatlarının iklim koşullarından dolayı Mayıs ayı sonu ve Haziran ayı başlarında bitmesi, sonbahar yağışlarının geç zamanda ve düşük miktarda yağması ikinci ürün tarımına olanak sağlamaktadır.

Diyarbakır ili tane mısır ekim alanı 2014 yılında 199.707 dekar, üretim ise 229 201 ton olup, ortalama verim ise 1148 kg/da'dır. Diyarbakır'da silajlık mısır ekim alanı 29 099 dekar, üretimi ise 386 086 ton olup, ortalama verim ise 3962 kg/da'dır. Diyarbakır'daki tane mısır ekim alanlarının yaklaşık %92'si ana ürün, %8'i ikinci ürün olarak yetiştirilmektedir (TÜİK, 2014).

Güneydoğu Anadolu Projesi kapsamında Atatürk Barajı'ndan sonra en büyük sulama barajı olacak olan Silvan Barajı tamamlandığında 2 milyon 453 bin dekar alan sulanabilecektir. GAP'ın bitmesiyle de mısır üretiminde büyük artışlar öngörülmektedir.

Bu araştırmada, farklı firmalar tarafından tescil edilen silaj ve dane olarak ekilebilen 3 adet melez mısır çeşitlerinin (Pionner 19-21, Syngenta Lucroso, KWS) Diyarbakır ilinde ikinci ürün olarak yetiştirilebilme olanaklarının araştırılması, bu çeşitlerin dane ve silajlık adaptasyonu ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Denemede materyal olarak Pionner 1921, KWS Klips ve Syngenta Lucroso olmak üzere üç adet tescilli silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Bu araştırma Diyarbakır ili Bismil ilçesi Üçtepe köyü çiftçi tarla koşullarında 2017 yetiştirme sezonunda yürütülmüştür.

Deneme alanının toprak hazırlığı, 2016-17 yetiştirme döneminde ana ürün buğday hasadından sonra toprak işleme yapılarak ikinci ürün silajlık mısır ekimi yapıldı. 2017 yaz dönemi 2 Temmuz 2017 tarihinde diskaro ile sürüm yapıp tapanla tesviye edildikten sonra pönomatik mibzer ile ekim yapılmıştır.

Deneme tesadüf bloklarında faktoriyel deneme desenine göre 3 tekerrürlü olacak şekilde kurulmuştur. Denemede parsel boyları 20 m, sıra arası 65 cm, sıra üzeri mesafe 15 cm ve her parselde 6 sıra olacak şekilde ekim yapılmıştır. Saf olarak dekara 15 kg azot (N) ve saf 10 kg fosfor hesabıyla 20:20 kompoze gübre ve % 46'lık azot üre formunda kullanılmıştır. Üst gübre uygulamaları ekimle birlikte, tepe püskülü oluşumu ve koçan püskülü oluşumu dönemlerinde

Üç defada sulama suyu ile birlikte yapılmıştır. Bitkiler 15-20 cm iken traktörle sıra araları ot mücadelesi ve toprağın havalandırılması amacıyla bir kere çapalanmıştır.

Yabancı otların kontrolü amacıyla dar ve geniş yapraklı otlara karşı ilk sulamadan 20 gün sonra ilaçlama yapılmıştır. Deneme alanı haftada bir yağmurlama sulama yöntemi ile sulanmıştır. Toplam sulama sayısı 10 civarında olmuştur. Bitkilerin hasadı süt-hamur olum döneminde 07.10.2017 tarihinde toprak seviyesinden biçilmek suretiyle elle yapılmıştır.

Araştırmada bitki boyu (cm), bitki sap çapı (mm), yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak/sap oranı (%), sap ağırlığı (g), yeşil ot verimi (kg/da), ilk koçan yüksekliği (cm), tepe püskülü çıkarma süresi (gün), koçan püskülü çıkarma süresi (gün), koçan sayısı (adet), koçan/bitki oranı (%), koçan boyu (cm), koçan çapı (mm), koçanda sıra sayısı (adet), sırada tane sayısı (adet), bin tane ağırlığı (gr), tane verimi (kg/da), silaj pH değeri, asit deterjanda çözünmeyen lif oranı (ADF), nötral deterjanda çözünmeyen lif oranı (NDF) ve ham protein oranı (%) karakterleri incelenmiştir.

Öğütülmüş kuru ot örneklerinin analizleri NIRS cihazı ile Dicle Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır.

Elde edilen veriler JMP istatistik paket programı ile tesadüf blokları iki faktörlü deneme desenine uygun olarak analizi yapılmıştır. Varyans analizi sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli çıkan faktör ortalamaları LSD testi ile karşılaştırılmıştır (Kalaycı, 2005).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada kullanılan silajlık mısır çeşitlerinin en yüksek bitki boyu değeri Pionner 1921 silajlık mısır çeşidinde 293.47 cm, KWS çeşidinde 243.73 cm, araştırmada kullanılan silajlık mısır çeşitlerinin yaprak sayısı Pionner 1921 çeşidinde 11.13 adet, Syngenta Lucroso çeşidinde 11.07 adet ve KWS çeşidinde 11.00 adet, yaprak ağırlığı değeri Pionner 1921 silajlık mısır çeşidinde 126.57 g, Syngenta Lucroso çeşidinde 116.80, KWS çeşidinde 112.50 g bulunmuştur. Bitki yaprak/sap oranı değeri KWS silajlık mısır çeşidinde % 46.3, Pionner 1921 çeşidinde % 45.7, Syngenta Lucroso çeşidinde % 42.3 bulunmuştur. Araştırmada kullanılan silajlık mısır çeşitlerinin bitki sap ağırlığı değeri Pionner 1921 çeşidinde 284.20 g, Syngenta Lucroso çeşidinde 278.13 g ve KWS çeşidinde 238.27 g olarak bulunmuştur. Yukarıda değerleri verilen bitki boyu (cm), bitki sap çapı (mm), yaprak sayısı (adet), yaprak ağırlığı (g), yaprak/sap oranı (%) ve sap ağırlığı (g) yönünden çeşitler arasında istatistiki olarak önemli farklılıklar gözlenmemiştir (Çizelge 1).

Silajlık mısır çeşitlerinin bitki sap çapı (cm) değerlerine ilişkin çeşitler arasında istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli farklılıklar gözlenmiştir. En yüksek bitki sap çapı değerinin 2.40 cm ile Syngenta Lucroso çeşidinde, en düşük bitki sap çapı değeri KWS çeşidinde 2.17 cm olduğu saptanmıştır. Ortalama bitki sap çapı değeri 2.28 cm olarak ölçülmüştür.

Silajlık mısır çeşitlerinin yeşil ot verimlerine ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek yeşil ot verimi değeri Pionner 1921 ve Syngenta Lucroso silajlık mısır çeşitlerinde 4063.33 ve 4213.33 kg/da olarak ölçülmüştür. Bu çeşidi 3800.00 kg/da ile KWS çeşidi izlemiştir. Ortalama yeşil ot verimi 4025.56 kg/da olarak hesaplanmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Mısır çeşitlerinin bitki boyu, yaprak sayısı, sap çapı, yaprak ağırlığı, yaprak/sap oranı, sap ağırlığı ve yeşil ot verimlerine ilişkin ortalama değerler

Çeşit Adı	Bitki Boyu	Yaprak Sayısı (adet)	Sap Çapı(cm)	Yaprak Ağırlığı(gr)	Yaprak/Sap Oranı (%)	Sap Ağırlığı (gr)	Yeşil Ot Verimi(kg/da)
Pionner 1921	293.47	11.13	2.27 ab	126.57	45.7	284.20	4063.33 a
Syngenta Lucroso	209.90	11.07	2.40 ab	116.80	42.3	278.13	4213.33 a
KWS	243.73	11.00	2.17 b	112.50	46.3	238.27	3800.00 b
Ortalama	249.03	11.07	2.280	118.62	44.8	266.87	4025.56
LSD	221.75	1.080	0.180*	25.74	0.103	93.47	152.82**
CV (%)	39.00	4.300	3.400	9.60	10.00	15.50	1.70

Silajlık mısır çeşitlerinin tepe püskülü çıkarma sürelerine ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek tepe püskülü çıkarma süresi değerinin 81.0 gün ile KWS çeşidine ait olduğu görülmüştür. Bu çeşidi 73.0 gün ile Pionner 1921 izlemiş ve en düşük tepe püskülü çıkarma süresinin 62.7 gün ile Syngenta Lucroso silajlık mısır çeşidine ait olduğu görülmüştür. Ortalama tepe püskülü çıkarma süresi 72.2 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Silajlık mısır çeşitlerinin koçan püskülü çıkarma sürelerine ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek koçan püskülü çıkarma süresi değerinin 110.7 gün ile KWS çeşidinde olduğu, en düşük koçan püskülü çıkarma süresinin 90.7 gün ile Syngenta Lucroso silajlık mısır çeşidine ait olduğu görülmüştür. Ortalama koçan püskülü çıkarma süresi 100.8 gün olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Silajlık mısır çeşitlerinin koçan sayılarına ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek koçan sayısı değeri 4.00 adet ile Syngenta Lucroso çeşidinde, en düşük koçan sayısına ilişkin değerler Pionner 1921 çeşidinde (1.67 adet) bulunmuştur. Ortalama koçan sayısı değeri 2.67 adet olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Araştırmada kullanılan silajlık mısır çeşitlerinin koçan / bitki oranına ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Koçan / bitki oranı değeri Syngenta Lucroso silajlık mısır çeşidinde %38, KWS çeşidinde %24 ve Pioneer 1921 çeşidinde %21 olarak bulunmuştur. Ortalama koçan / bitki oranı değeri %28 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Silajlık mısır çeşitlerinin asit deterjanda çözünmeyen lif oranına (ADF) ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 1 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek ADF oranı değeri % 33.90 ile KWS çeşidinde, en düşük ADF oranına ilişkin değerler Pionner 1921 çeşidinde %30.92 olarak bulunmuştur. Ortalama ADF oranı değeri % 32.41 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Silajlık mısır çeşitlerinin nötral deterjanda çözünmeyen lif (NDF) oranına ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek NDF oranı değeri % 59.91 ile KWS çeşidinde, en düşük NDF oranına ilişkin değerler Pionner 1921 çeşidinde % 56.91 olarak bulunmuştur. Ortalama NDF oranı değeri %32.41 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Mısır çeşitlerinin ilk koçan yüksekliği, tepe püskülü çıkarma süresi, koçan püskülü çıkarma süresi, koçan sayısı, koçan/bitki oranı, ADF, NDF verilerine ilişkin ortalama değerler

Çeşit Adı	Tepe Püskülü Çıkarma Süresi(gün)	Koçan Püskülü Çıkarma Süresi(gün)	Koçan Sayısı	Koçan/Bitki Oranı(%)	ADF(%)	NDF(%)
Pionner 1921	73.0 c	101.0 b	0.50 b	21	30.92 c	56.91 c
Syngenta Lucroso	62.7 b	90.7 c	1.00 a	38	32.40 b	58.57 b
KWS	81.0 a	110.7 a	0.75 ab	24	33.90 a	59.91 a
Ortalama	72.2	100.8	0.75	28	32.41	58.46
LSD	3.3**	0.76**	1.85	33	0.72**	0.71*
CV (%)	2	0.3	30.00	53.00	0.98	0.53

Araştırmada kullanılan silajlık mısır çeşitlerinin koçan uzunluklarına ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Syngenta Lucroso çeşidinde 16.43 cm, KWS çeşidinde 12.80 cm ve Pioneer 1921 çeşidinde 12.37 cm olarak bulunmuştur. Ortalama koçan uzunlukları değeri 13.87 cm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Silajlık mısır çeşitlerinin koçan çapı değerlerine ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. Syngenta Lucroso çeşidinde 4.50 cm, Pineer 1921 çeşidinde 2.70 cm ve KWS çeşidinde 2.43 cm olarak bulunmuştur. Ortalama koçan çapı değeri 3.21 cm olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Silajlık mısır çeşitlerinin bitki pH değerlerine ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek pH değeri 4.28 olarak KWS çeşidinde, en düşük pH değeri ise Pioneer 1921 çeşidinde 4.05 olarak bulunmuştur. Ortalama pH değeri 4.17 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Araştırmada kullanılan silajlık mısır çeşitlerinin ham protein oranı değerlerine ilişkin çeşitler arasındaki farklılıklar istatistiki olarak % 5 düzeyinde önemli bulunmuştur. En yüksek ham protein oranı değeri % 7.48 olarak Syngenta Lucroso çeşidinde, en düşük ham protein oranı değeri ise Pioneer 1921 çeşidinde %6.52 olarak bulunmuştur. Ortalama ham protein oranı değeri %7.05 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Mısır çeşitlerinin koçan uzunluğu, koçan çapı, koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, bin tane ağırlığı, koçan tane verimi, bitki Ph değeri ve ham protein oranlarına ilişkin ortalama değerler

Çeşit Adı	Koçan Uzunluğu (cm)	Koçan Çapı(cm)	Bitki Ph Değeri	Ham Protein Oranı(%)
Pionner 1921	12.37	2.70	4.05 b	6.52 b
Syngenta Lucroso	16.43	4.50	4.18 a	7.48 a
KWS	12.80	2.43	4.28 a	7.14 a
Ortalama	13.87	3.21	4.17	7.05
LSD	14.12	3.12	0.11*	0.54*
CV (%)	45.00	43.00	1.20	3.40

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu araştırmada silajlık mısır çeşitlerinin; bitki sap çapı, yeşil ot verimi, tepe püskülü çıkarma süresi, koçan püskülü çıkarma süresi, koçan sayısı, Asit deterjanda çözünmeyen lif oranı (ADF), Nötral Deterjanda çözünmeyen lif oranı (NDF), koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, bin tane ağırlığı, koçan tane verimi, bitki pH değeri, ham protein oranı karakterleri istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitki boyu, bitkide yaprak sayısı, bitki yaprak ağırlığı, yaprak/sap oranı, bitki sap ağırlığı, ilk koçan yüksekliği, koçan/bitki oranı, koçan uzunluğu ve koçan çapı karakterlerinin ise istatistiki olarak önemli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Çalışmamızda materyal olarak kullandığımız silajlık mısır çeşitlerinin yeşil ot verimi ve silaj kalitesi yönünden gösterdikleri performansları istatiki olarak değerlendirdiğimizde; Sygenta Lucroso çeşidinin en iyi ortalama gösterdiği sekiz karakter sırasıyla; bitki sap çapı, yeşil ot verimi, koçan sayısı, koçanda sıra sayısı, sırada tane sayısı, 1000 tane ağırlığı, koçan tane verimi ve ham protein oranı olmuştur. Sygenta Lucroso çeşidinin yukarıda bahsedilen verim unsurları yönünden üstün değerler gösterdiği ve tepe püskülü ve koçan püskülü çıkarma gün sayısı yönünden daha erkenci olması da bu çeşidin bölgede erkencilik açısından önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca hayvan besleme ögesi olan önemli kalite unsuru ham protein bakımından da diğer çeşitlere oranla üstün değerler gösterdiği saptanmıştır.

Çalışma materyali olan Pioneer 1921 çeşidi ise Silaj kalitesi yönünden ADF ve NDF oranlarının daha düşük çıkması yönünden önem taşıdığı gözlenmiştir.

KWS çeşidinin pH yönünden diğer çeşitlere göre daha yüksek değer göstermesi daha düşük asidik karakterde olduğu gözlenmiştir.

Çalışma neticesinde elde edilen ortalama 4025.56 kg/da silaj verim değerinin, 2014 yılı Türkiye ortalaması olan 4630 kg/da verim değerine yakın olduğu, 2014 yılı dünya ortalaması olan 885 kg/da verimin çok üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Bu sonuçlar ışığında Diyarbakır ili Bismil İlçesi ekolojik koşullarında tane verimi ve yeşil ot verimi bakımından bölge çiftçilerimiz için Sygenta Lucroso çeşidini ikinci ürün silajlık mısır yetiştiriciliğinde önerilebilecek çeşit olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak bu çalışmaların 1-2 yıl daha yürütülmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Acar, N., Yılmaz, M., ve Kara, R., 2017. Kahramanmaraş Koşullarına Uygun Tane Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Belirlenmesi Dergi Park Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi Arşiv Cilt 26 Sayfa 80-85 Orak, A., İptaş, S. 1999. Silo Yembitkileri ve Silaj. Çayır-mera Amenajmanı ve Islahı. Mera Kanunu Eğitim ve Uygulama El Kitabı 1. T.C. Tarım ve Köy İşl. Bak. Tar. Üret. ve Gel. Gen. Müd. Ankara.
- [2] Akman, Z., Balabanlı, C., Yılmaz, F., Karadoğan, T., Çarkçı, K., 1999. Isparta Ekolojik Koşullarına Uygun Yüksek Verimli Buğday Çeşit ve Hatlarının Belirlenmesi Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi dergisi, cilt 1, sayfa 366-371, 1999
- [3] Alan, Ö., Akdemir, H., ve Budak, B., 2005. Küçük Menderes Koşullarında bazı melez mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Tane Verimi Üzerine Bir Araştırma. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi. 5-9 Eylül 2005. Antalya. 57-59.
- [4] Anonim, 2014. Şeker Kurumu Faaliyet Raporu, <http://www.sekerkurumu.gov.tr>
- [5] Anonim, 2016. FAO İnternet Sitesi, <http://faostat.fao.org/faostat>
- [6] Aydın, Y., 2011. Tokat Kazova Koşullarında Bazı Atıdışı Melez Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. G.O.P.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tokat
- [7] Balmuk, Y., 2012. Konya Yunak Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Verim Özelliklerinin Belirlenmesi. G.O.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, Tokat.
- [8] Başaran, U., Gülümser, E., Çopur Doğrusöz, M., Mut, H., ve Şahin, A., 2017. Farklı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hamur Olum Döneminde Silaj ve Tane Özelliklerinin Belirlenmesi Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri

Bölümü, Yozgat. Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bilecik KSÜ Doğa Bil. Derg., 21(Özel Sayı),1-5, 2017 KSU J. Nat. Sci., 21(Özel Sayı),1-5, Araştırma Makalesi/Research Article DOI:10.18016/ksudobil.348830

[9] Budaklı, Ç., 2016, Bursa Koşullarında İkinci Ürün Olarak Yetiştirilebilecek Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Ot Verimi ve Kalitesi Üzerine Bir Araştırma, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bursa Araştırma Makalesi/Research Article Derim, 33 (2): 29 9 - 30 8 DOI: 10.16882/derim. 267913

[10] Bulut, S., 2017. Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Kayseri Koşullarına Adaptasyonu Araştırma Makalesi / Research Article Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 6(1): 117-126

[11] Bulut, S., Çağlar, Ö., ve Öztürk, A., 2008. Bazı Mısır Çeşitlerinin Erzurum Ovası Koşullarında Silaj Amaçlı Yetiştirilme Olanakları Dergi Park Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Arşiv Cilt 39 Sayı 1

[12] Cengiz, R., 2006. Mısır Hatları Arasındaki 8x8 Yarım Diallel Melez Döllerinde Verim ve Verim Unsurlarının Kalıtları Üzerine Araştırmalar. T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

[13] Coşkun, Y., Coşkun, A., Koşar, İ., 2013. Bazı Atıdışı Mısır Çeşitlerinin Yarı Kurak İklim Koşullarında Verim Performansları. I.KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu s:182-185, Konya

[14] Demiray, Y.G., 2013. Bingöl İli ekolojik şartlarına uygun tane mısır çeşitlerinin belirlenmesi. B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bingöl.

[15] Erdal, Ş., Pamukçu, M., Ekiz, H., Soysal, M., Savur, O., ve Toros, A., 2009. Bazı Silajlık Mısır Çeşit Adaylarının Silajlık Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. A.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (1) 75-81, Antalya.

[16] Ergül, Y., 2008. Silajlık Mısır Çeşitlerinin Önemli Tarımsal ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Konya.

[17] Geren ve Kavut, 2009. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Deneme Alanlarında İkinci Ürün Olarak Bazı Mısır Ve Sorgum Türlerinin Silaj Verimi ve Kalitesinin Karşılaştırılması Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 46 (1): 9-16 ISSN 1018 – 8851

[18] Geren, H., Avcıoğlu, R., Kır, B., Demiroğlu, B., Yılmaz, M. ve Cevheri, A., 2003. İkinci Ürün Silajlık Olarak Yetiştirilen Bazı Mısır Çeşitlerinde Farklı Ekim Zamanlarının Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2003, 40(3):57-64 ISSN 1018-8851

[19] Geren, H., Avcıoğlu, R. ve Soya, H. 2003. Bazı Ümitvar Yeni Fiğ (Vicia sativa L.) Çeşitlerinin Ege Bölgesindeki Hasıl Performansları Üzerinde Araştırmalar. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim, s.363-367, Diyarbakır.

[20] Güneş, A., 2004. Karaman Ekolojik Koşullarında Silajlık Hibrit Mısır Çeşitleri ve Sorgum-Sudan Otu Melezlerinin İkinci Ürün Olarak Yetiştirme İmkanlarının Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Y. Lisans Tezi, Konya.

[21] Güney, E., Tan, M., Dumlu Gül, Z., ve Gül, İ., 2010. Erzurum Şartlarında Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Verim ve Silaj Kalitelerinin Belirlenmesi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41 (2), 105-111, ISSN : 1300-9036

[22] Gürel, F., 2007. Kastamonu Ekolojik Şartlarına Uygun Silajlık Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. GO.P.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Tokat

[23] Han, 2016, Bazı Mısır Çeşitlerinin Dane Verimleri İle Silaj ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ordu

[24] Kabakcı, S., 2014. Iğdır Ekolojik Şartlarına Uygun Silajlık Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. I.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Iğdır

[25] Karayiğit, İ., ve Kızıllımşek, M., 2005. Farklı Olgunluk Dönemlerindeki Bazı Melez Mısır (Zea mays L.) Çeşitlerinin Silaj Kaliteleri Üzerine Araştırmalar, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Fen Bil. Enst. Kahramanmaraş, 36 s.

- [26] Keskin, B., Çelebi, Ş., Arvas, Ö., ve Yılmaz, Ş.H. 2011. Iğdır İlinde Bazı Mısır Çeşitlerinin Tane Ve Silaj Verimlerinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi s:513-516, Bursa
- [27] Koca,Y., Turgut, İ., ve Ereku, O., 2010. Tane Üretimi İçin Yetiştirilen Mısırın Birinci ve İkinci Üründeki Performanslarının Belirlenmesi Adnan menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Aydın Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 47 (2): 181-190 ISSN 1018 – 8851
- [28] Kökten, K., Kaplan, M., ve Akçura, M., 2017. Farklı Çevrelerde Yetiştirilen Silajlık Mısır Çeşitlerinin Kuru Ot Verimi İle Bazı Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Çeşit Özellik Biplot Analizi İle Değerlendirilmesi 1Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Bingöl 2Erciyes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kayseri 3Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale KSÜ Doğa Bil. Derg., 20 (Özel Sayı), 46-51, KSU J. Nat. Sci., 20 (Özel Sayı), 46-51, 2017 Araştırma Makalesi/Research Article DOI : 10.18016/ksudobil.348902
- [29] Kuşaksız, T. ve Kaya, Ç., 2010. Bazı Melez Mısır Çeşitlerinin (Zea mays L.) Manisa Ekolojik Koşullarında Silaj Amaçlı Yetiştirilme Olanakları. C.B.Ü. Soma Meslek Yüksekokulu Teknik Bilimler Dergisi, 2(13): 63-74
- [30] Küçük, B., 2011. Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinde Morfolojik Özelliklerin Ve Yem Verimlerinin Belirlenmesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- [31] Moralar, E., 2011. Tekirdağ Koşullarında Yetiştirilen Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinde Gelişme Sürecinin Belirlenmesi ve Verimliliklerinin Tespiti. NK.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek lisans Tezi, Tekirdağ.
- [32] Mülayim, M., Malhatun, S. ve Acar, S., 2002. İkinci Ürün Silajlık Melez Mısır Çeşitlerinde farklı Gübre Çeşit ve Dozlarının Verim ve Bazı Verim 51 Unsurları Üzerine Etkisi. Ziraat Mühendisliği Dergisi. 338/339:30-39, Ankara.
- [33] Olgun, M., Kutlu, İ., Ayter, N., Budak Başçiftçi, N. ve Kayan, N. 2012. Farklı Silajlık Mısır Genotiplerinin Eskişehir Koşullarında Adaptasyon Yeteneklerinin Belirlenmesi Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi 5 (1): 93-97, ISSN: 1308-3961, E-ISSN: 1308-0261, www.nobel.gen.tr
- [34] Öner, F., Aydın İ., Sezer İ., Gülümser, A., Özata, E., ve Algan, D., 2011b. Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Türkiye 9. Tarla Bitkileri Kongresi s:465-468, Bursa
- [35] Öz. A., ve Kapar, H., 2005. Samsun koşullarında geliştirilen bazı tek melez mısır çeşitleri üzerine araştırmalar. Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 18(2), 229-234.2
- [36] Özata, E., ve Kapar, H., 2017. Nitelikli Saf Hatlardan Elde Edilen Silajlık Hibrit Mısır Çeşit Adaylarının Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Samsun,Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 2017, 26 (Özel Sayı): 161–168 Araştırma Makalesi (Research Article)
- [37] Sade, B., Akbudak, M.A., Acar, R., ve Arat, E. 2002. Konya Ekolojik Şartlarında Silajlık Olarak Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi. Hayvancılık Araştırma Dergisi 12 (1) : 17 -22. Konya.
- [38] Seyduşoğlu ve Saruhan, 2017. Diyarbakır Koşullarında Farklı Ekim Zamanlarının İkinci Ürün Silajlık Mısır Çeşitlerinde Verim ve Kalite Özelliklerine Etkisi, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Diyarbakır
- [39] Tezel, M., Özcan, G., Aksoyak, Ş., ve Işık, Ş. 2012 Konya Şartlarına Uygun Mısır Çeşitlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma Dergi Park Tarım Bilimleri araştırma Dergisi Arşiv Sayı 1 Sayfa 47-50, Konya
- [40] Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü 2014 <https://arastirma.tarim.gov.tr/ttae/Sayfalar/Detay.aspx?Sayfald=89>
- [41] TÜİK 2017, Türkiye İstatistik Kurumu , Türkiye Mısır üretim Raporu, <http://www.tuik.gov.tr>
- [42] TÜİK, 2014a. Türkiye İstatistik Kurumu, Güneydoğu Anadolu Bölgesi Mısır Dağılımı, <http://www.tuik.gov.tr>
- [43] Turan, N., Yılmaz, İ., 2000. Van Koşullarında I. ve II. Ürün Olarak Yetiştirilen Bazı Silajlık Mısır Çeşitlerinin Hasıl Verim Ve Bazı Verim Unsurlarının Belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, cilt 31, sayı 2, sayfa 63-71

- [44] TÜİK 2014b. Türkiye İstatistik Kurumu ,Diyarbakır Mısır Üretim Raporu <http://www.tuik.gov.tr>
- [45] Vartanlı, S., 2006. Ankara Koşullarında Hibrit Mısır Çeşitlerinin Verim Ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- [46] Yaşak, S., Çınar, A., ve Tugay, M.E. 2003. Mısırdaki (Zea mays L.) Ekim Zamanının Tohum Tutma ve Diğer Bazı Özellikler Üzerine Etkileri. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi 13-17 Ekim 2003. Diyarbakır. s. 352-357



Versatile Applications, Challenges, and Future Prospects of Cottonseed Oil

Abia Younas^{1*}, Asma Parveen² and Sundas Waqar³

Article info Received: 03.04.2025 Accepted: 05.30.2025 Article type: Review Keywords: Cottonseed oil, Extraction methods, Gossypol toxicity, Sustainable farming, Industrial applications	Abstract Cotton crop basically serves the fiber need of mankind but it goes beyond the fiber and also add up to ensure food safety for growing populations. A Cottonseed contains 15-20% oils and is no longer considered a byproduct and is used for edible purpose. Cottonseed oil is an essential agricultural product derived from cotton processing, serving the food products market, pharmaceuticals, cosmetics, and the biofuels industry. Mechanical pressing and solvent extraction methods yield cottonseed oil containing both saturated and unsaturated fatty acids, with linoleic acid comprising 50-60% of its content. The combination of high oxidative stability together with tocopherol content ensures that cottonseed oil works well for food preparation during frying and baking activities. However, the safety of cottonseed oil consumption depends on refining methods since research shows gossypol toxicity and pesticide residues combined with an unbalanced omega-6 to omega-3 ratio. Cottonseed oil holds dual industrial significance, as its emollient and antioxidant properties make it valuable for both biodiesel production and cosmetic formulations. The cotton farming sector pursues organic cultivation and genetic modification as methods to boost oil production while minimizing the environmental effects. Now, research is focused on exploring modern extraction strategies built around enzyme-assisted and supercritical CO₂ methods which both boost the process's efficiency while reducing chemical solvent requirements. The rising market demand for plant-based oils alongside sustainable farming methods creates substantial opportunities to secure global food supplies while fostering renewable energy development and nutraceutical innovation. The paper examines cottonseed oil's structural composition, extraction methods, health impacts, industrial applications, and its sustainable prospects. Citation: Younas, A., A. Parveen & S. Waqar (2025). Versatile Applications, Challenges, and Future Prospects of Cottonseed Oil. <i>Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP)</i>, 5(1), 24-33.
---	--

Pamuk tohumu yağının çok yönlü kullanım alanları, zorlukları ve gelecekteki beklentileri

Article info Received: 04.03.2025 Accepted: 30.05.2025 Article type: Araştırma Keywords: Pamuk tohumu yağı, Ekstraksiyon yöntemleri, Gossypol toksisitesi, Sürdürülebilir tarım, Endüstriyel uygulamalar	Özet Pamuk mahsulü temel olarak insanlığın lif ihtiyacını karşılar, ancak lifin ötesine geçerek artan nüfus için gıda güvenliğini sağlamaya da katkıda bulunur. Pamuk tohumu %15-20 oranında yağ içerir ve artık bir yan ürün olarak görülmemekte, gıda amaçlı kullanılmaktadır. Pamuk tohumu yağı, pamuk işleme sürecinden elde edilen önemli bir tarım ürünüdür ve gıda ürünleri pazarı, ilaç, kozmetik ve biyoyakıt endüstrisine hizmet eder. Mekanik presleme ve çözücü ekstraksiyon yöntemleri, içeriğinin %50-60'ını linoleik asit oluşturan, hem doymuş hem de doymamış yağ asitleri içeren pamuk tohumu yağı verir. Yüksek oksidatif stabilite ile tokoferol içeriğinin birleşimi, pamuk tohumu yağının kızartma ve fırınlama faaliyetleri sırasında gıda hazırlama için iyi sonuçlar vermesini sağlar. Ancak, pamuk tohumu yağı tüketiminin güvenliği, araştırmaların gossypol toksisitesi ve pestisit kalıntılarının dengesiz omega-6 ve omega-3 oranıyla birleştiğini göstermesi nedeniyle rafine etme yöntemlerine bağlıdır. Pamuk tohumu yağı, yumuşatıcı ve antioksidan özellikleri sayesinde hem biyodizel üretimi hem de kozmetik formülasyonları için değerli olması nedeniyle endüstriyel açıdan çift öneme sahiptir. Pamuk yetiştiriciliği sektörü, çevre üzerindeki etkileri en aza indirirken yağ
--	--

Üretimini artırmak için organik yetiştirme ve genetik modifikasyon yöntemlerini uygulamaktadır. Şu anda araştırmalar, hem sürecin verimliliğini artıran hem de kimyasal çözücü gereksinimlerini azaltan enzim destekli ve süperkritik CO₂ yöntemleri etrafında geliştirilen modern ekstraksiyon stratejilerini keşfetmeye odaklanmaktadır. Bitki bazlı yağlara yönelik artan pazar talebi ve sürdürülebilir tarım yöntemleri, yenilenebilir enerji geliştirme ve nutrasötik inovasyonu teşvik ederken, küresel gıda tedarikini güvence altına almak için önemli fırsatlar yaratmaktadır. Bu makale, pamuk tohumu yağının yapısal bileşimi, ekstraksiyon yöntemleri, sağlık üzerindeki etkileri, endüstriyel uygulamaları ve sürdürülebilirlik beklentilerini incelemektedir.

Atıf: Younas, A., A. Parveen & S. Waqar (2025). Pamuk tohumu yağının çok yönlü kullanım alanları, zorlukları ve gelecekteki beklentileri. *Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP)*, 5(1), 24-33.

1  *Corresponding author, Abia Younas, Cotton Research Station, Ayub Agricultural Research Institute, Faisalabad, Pakistan, abia.younas@aari.punjab.gov.pk, ORCID: 0000-0001-9974-1041

Introduction

The textile industry relies on lint production from cotton plants, which generates economic value. China, India, the United States, Pakistan, and Brazil are the leading cotton-producing countries worldwide. Significant work is been done to improve cotton seed yield via different conventional and advance breeding methods [1] the focus on byproducts of cotton crop is very little till now. Cotton is among the significant crops because its lint fulfills the requirement of textile industries and its seed is used for extracting edible oil. The byproducts of cotton are used for domestic and industrial purposes (Figure 1). Cottonseed oil is a valuable byproduct obtained after separating natural fibers from cotton seeds and then extracting oil from them. Seed contents makes about 50-60% of the total seed cotton yield and thus can contribute a considerable amount of oil [1]. Industrial companies extract cottonseed oil during the production of cottonseed meal and oil-based ingredients. Despite the common perception that cottonseed oil is a secondary product, it is widely used in animal and human food, cosmetics and paints. Germplasm screening is one of the powerful technique to determine the potential of genotypes for potential improvement areas of crop breeding [3]. The germplasm of cotton has been screened for cotton seed oil many times and it reveals that it ranges between 16-20% while protein contents ranges from 20% to 25%. While the mineral contents of seed do not impact their protein levels [4].

Hybridization is been used for centuries to improve cotton traits like seed cotton yield and fiber quality. It is now also been utilized for developing resistance against various pathogens and tolerance for many abiotic stresses [5]. Thus hybridization after screening can be a potential approach to improve inherent oil quantities in the cotton seeds. Extraction methods for cottonseed oil are crucial because they deliver advantages to nutritional areas and industrial facilities. Eating raw cottonseed as a single portion is risky because gossypol is toxic polyphenolic compound that makes it poisonous [6. 7].

Production and export of cottonseed oil occurs in huge volumes in the United States as well as India. The Chinese market uses cottonseed oil at its peak for edible purposes. Cottonseed oil replaces traditional soybean, palm and canola oil due to its neutral taste profile combined with high cooking tolerance [8]. The production chain of cottonseed oil fulfills its basic needs both for agricultural and food industry exports to international markets. The market demand of cotton seed oil keeps on increasing because of its functions both as edible purpose and industrial raw material. Cotton researchers have dedicated their efforts to resolve three main problems involving gossypol toxicities and pesticide residues while handling sustainable productions. Cottonseed oil continues to expand its market value as a useful agricultural commodity due to growing demand for vegetable oils and environmentally friendly farming practices which point toward considerable potential in food sector applications and pharmaceutical research and biofuel production. This review explores cottonseed oil structural features alongside extraction techniques, medical applications, safety considerations and industrial utilization possibilities.

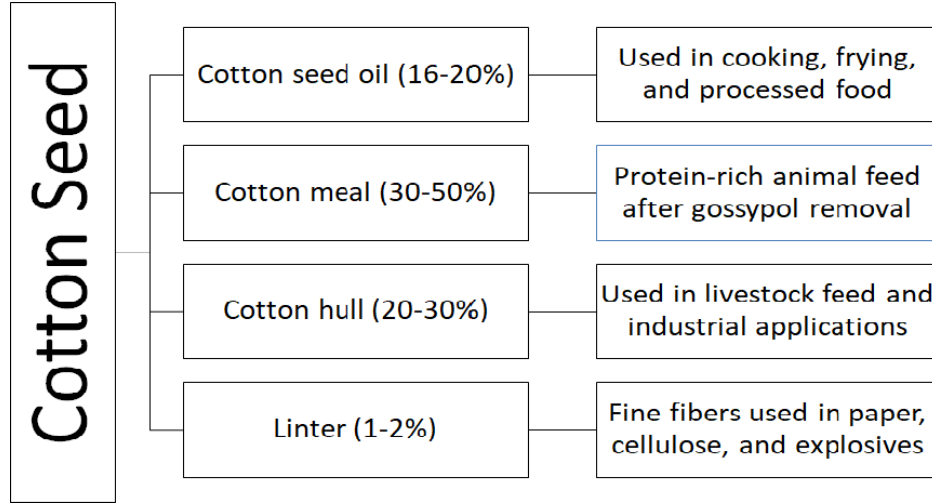


Figure 1 Percentages of byproducts of cotton and their usages

Cotton seed oil processing

The cottonseed oil industrial processing began in the nineteenth century when cotton mills started extraction of oil from seed during their manufacturing operations [9]. The scientific community initially discarded the substance until they found that it offered valuable commercial potential in food manufacturing. The process of oil extraction starts with cleaning operations followed by de-hulling after which oil extraction takes place and then refinement completes the procedure. The majority of oil extraction uses press methods along with solvent techniques and then requires degumming combined with neutralization, bleaching and deodorizing [6]. The oil processing methods accomplish double purposes to convert oil into edible food while ensuring extended storage period. Cottonseed oil serves as highly stable frying oil that people extensively use in food baking and frying and manufacturing operations. It has mild nutty flavor and preserve food during deep frying since it remains fresh for 12 months and has a 232°C smoke point [10]. Rich in tocopherols (vitamin E) along with sterols and antioxidants offer both nutritional qualities and stability to the substance [11].

Beyond food applications, cottonseed oil is used in pharmaceuticals and cosmetics as a natural moisturizer in lotions, hair products, and soaps [12]. The biological fuel market makes primary usage of cotton seed oil while industries utilize it to produce lubricants and paints. The substance qualifies as sustainable because cottonseed oil emerges as a processing byproduct so no production material becomes unnecessary waste [13, 14]. However, cotton farming poses three major challenges affecting oil quality: pesticide use, high water consumption, and the presence of gossypol, a naturally occurring toxin that makes unrefined cottonseed oil unsafe for direct consumption [15, 7]. Adopting organic and non- GMO cotton production can enhance ecological sustainability [16].

Chemical Composition of Cottonseed Oil

Cottonseed oil contains a balanced combination of saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids, contributing to its stability during frying. Its primary fatty acid is linoleic acid (an omega-6 fatty acid), which makes a major part of cotton seed oil. While oleic acid (omega-9), palmitic acid, and stearic acid also found in comparatively less amounts [9]. Furthermore, tocopherols (vitamin E), phytosterols, and polyphenols help prevent spoilage and extend shelf life benefits [18]. Due to these properties, cottonseed oil is gaining popularity in food industries for margarine, salad dressings, and baked goods.

Regular consumption of cottonseed oil provides essential fatty acids that support heart health, as it is cholesterol-free and rich in linoleic acid [19]. This omega-6 polyunsaturated fatty acid plays a vital role in cell structure, skin health, and immune function [20]. However, excessive omega-6 intake relative to

omega-3 may promote inflammation and chronic health conditions [21]. Although the omega6: Omega3 is very high (15:1) in human diets, a relatively small ratios (3:1 or 4:1) are required to prevent pathogenesis of many diseases including hypertension, cancer, arthritis, diabetes, neurodegenerative diseases and coronary heart disease. However, a target of 2:1 to 1:1 of omega 6 to omega 3 is desirable in diet for optimal neurodevelopment and gene expression [22]. Pesticide residues are another problem of cotton seed oil. As much as 38% of cotton seed oil has some residues of pesticides including propenofos, chlorpyrifos, acephate and highest probability of monocrotophos. These chemical residues in edible oil is a big threat to human health but Bt. Gene has made this problem less effective as pesticide sprays has been reduced in Bt. cotton [23]. Additionally, gossypol is a natural polyphenol in unrefined cottonseed oil, which must be removed during processing to ensure safety for human consumption [24, 7]. World health organization has permitted 0.6 µg/mg free gossypol in edible oil, which can be ensured in cotton seed oil processing and packaging [25]. Despite its imbalanced omega-6 to omega-3 ratio, cottonseed oil remains a valuable nutritional resource in regions with limited food alternatives (Figure 2)

Extraction Methods of Cottonseed Oil

There are two distinct methods usually used for extracting cottonseed oil. These two methods used for cottonseed oil extraction include mechanical pressing followed by solvent extraction whereas the second method involves cold pressing. Product certainty estimates and end-quality attributes together with product purity depend on the selection of extraction method [8].

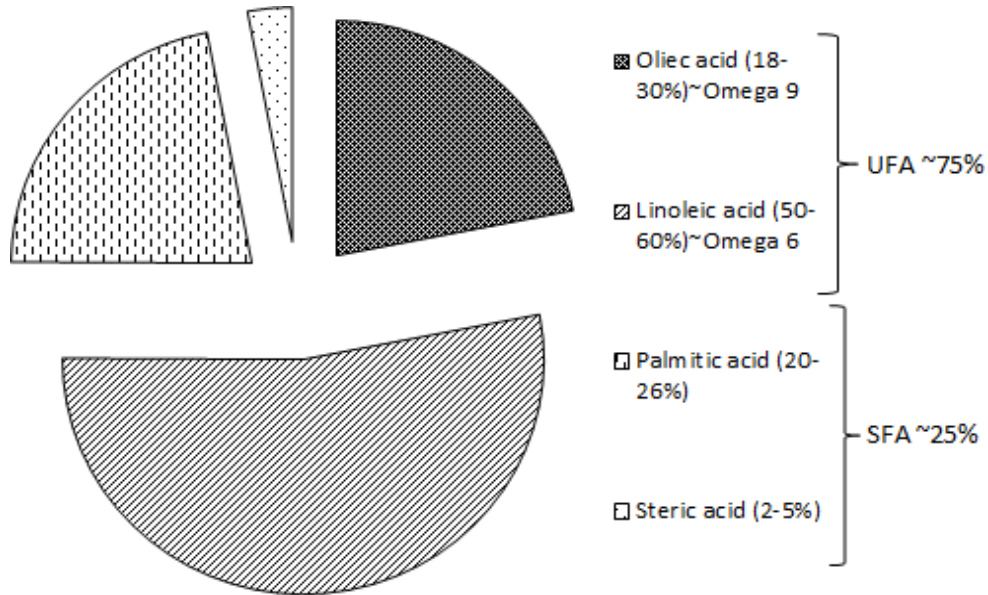


Figure 2 Fatty acid composition of cotton seed oil [53]

Physical Extraction Method

The physical extraction process of cottonseeds produces the end products of oil alongside seed cake [26]. The extraction process effectively conserves nutrients yet yields a lower extraction output compared to solvent extraction methods

Solvent Extraction Methods

Hexane extraction and its variant solvent extraction methods dominate the industrial process to extract 98% seed oil [8]. Cottonseed oil emerges through extraction since crushed cottonseeds absorb hexane solution before evaporating the liquid substance to produce clean cottonseed oil. Cottonseed oil extraction works efficiently with solvents but needs supplementary steps to eliminate all solvents along with impurities.

Cold Extraction Method

Cold pressing enables peak retention through its extraction method which operates at low temperatures thus preserving tocopherols antioxidants and essential fatty acids [27]. The commercial extraction method fails to produce enough oil for profitable use. Production of edible oil in refining plants removes harmful compounds which shorten shelf life by following degumming and neutralization into bleaching and deodorizing processes [28].

Refining Process

Cottonseed oil needs comprehensive refining for making it suitable for human consumption, various procedures are follows to remove both impurities with toxic substances alongside undesirable flavors from the oil [29]. Cottonseed oil requires various processing stages for remove gossypol (natural toxin) and additional impurity groups consisting of free fatty acids and phospholipids along with pigments and waxes [30]. The first step involves removing excessive gossypol, followed by degumming to extract phospholipids and gums. Next, neutralization eliminates free fatty acids, while bleaching removes color pigments. Deodorization then strips away flavor compounds and residual impurities. Finally, winterization prevents crystallization at low temperatures. The resulting refined oil is colorless, tasteless, and versatile for various applications [31].

The degumming process employs water and acidic chemicals to remove phospholipids and mucilage, enhancing oil clarity and stability [32]. After degumming, neutralization (alkali refining) purifies the oil further. Sodium hydroxide is added, triggering reactions that form soap stock, which is later separated. Activated carbon or clay adsorption then extracts pigments and heavy metals, improving brightness, purity, and color [33]. Product deodorization conducted by exposing distillates to steam under vacuum to extract volatile compounds alongside off-flavors that also eliminates gossypol for product neutralization and extended shelf life [10]. Winterization, a critical step in some refineries, prevents crystallization, making the oil suitable for salad dressings and margarine production [28]. Refineries use refinements on cottonseed oil to achieve product stability along with regulatory safety requirements suitable for industrial and commercial food use.

Health Benefits of Cottonseed Oil

Cottonseed oil combines a favorable fatty acid composition with strong antioxidant properties, offering multiple benefits for cardiovascular and metabolic health [19]. As a cholesterol-free oil, it is primarily composed of linoleic acid (50-60%), a polyunsaturated fatty acid (PUFA) known to help lower cholesterol levels and promote heart health [34]. Scientific studies confirm that PUFAs reduce the risk of coronary heart disease and atherosclerosis while improving lipid profiles and decreasing inflammation. Additionally, cottonseed oil contains vitamin E, which acts as an antioxidant, protecting cells and preventing lipid damage in body tissues [8]. According to researchers, incorporating cottonseed oil into a balanced diet can contribute to heart disease prevention [19].

Beyond cardiovascular benefits, cottonseed oil supports immune function, skin health, and metabolic regulation. Its high tocopherol content provides antioxidant, healing, and UV-protective properties, making it a valuable component in dermatological and cosmetic applications [35].

Recent studies about this oil identify the insulin-enhancing capabilities of polyunsaturated fatty acids coupled with phytosterols which supports diabetes prevention efforts for high-risk groups [36]. Furthermore, the plant sterols in cottonseed oil may help block intestinal cholesterol absorption, offering additional advantages for heart health [37]. While cottonseed oil provides essential fatty acids and

antioxidants, excessive omega-6 intake should be balanced with omega-3 to avoid inflammation. When used in moderation, it serves as a healthier alternative to saturated and trans fats in a balanced diet.

Potential Health Risks and Concerns

Due to unbalanced omega-6 to omega-3 ratio and toxic gossypol content which might not be effectively remove due processing difficulties possess significant health risks. More importantly, chronic inflammation can occur in individuals who consume cottonseed oil due to its extremely high linoleic acid (an omega-6 fatty acid) content, which exceeds Research indicates that an excessive intake of omega-6 over omega-3 contributes to cardiovascular diseases, arthritis, and metabolic disorders [38]. Commercial preparation of cottonseed oils undergoes hydrogenation treatment to maintain product stability and create unsafe trans fats which elevate LDL cholesterol alongside decreasing HDL cholesterol levels in the human body [19]. Another major concern is gossypol, a naturally occurring toxin in cotton plants that serves as an insect deterrent. Even trace amounts remaining after refinement can cause reproductive harm, liver damage, and anemia [39]. Research has proven that high levels of gossypol toxicant in unprocessed cottonseed oil cause reduced sperm movement and male infertility issues in human male reproduction. The extensive pesticide usage in cotton cultivation raises considerable concerns about non-organic cottonseed oil containing pesticide residues because these chemicals may eventually cause endocrine disruption and neurotoxicity. Consumers should restrict their dietary intake of authentic cottonseed oil to the point where its health risks are properly counterbalanced.

Industrial and Culinary Applications

The food industry along with industrial usage depends on cottonseed oil because of its lack of taste and ability to withstand high temperatures as well as its natural resistance to chemicals. The food processing industry employs cottonseed oil throughout its operations for deep-frying as well as baking production and salad dressing manufacturing and margarine making so it becomes fundamental in creating processed food meals and fast food items [40]. The product maintains resistance to oxidation and degradation at high temperatures of up to 232°C (450°F) which allows cottonseed oil to extend the preservation time of fried items [41]. Cottonseed oil appearance in light tones and flavor protection properties provide manufacturers with versatility to use it during snack food processing near mayonnaise and sweet food products [28]. Vitamin E (Tocopherol) in cottonseed oil increase its anti-oxidative properties to protect commercially packaged foods from spoilage thus increasing their total preservation duration [42].

The food sector is one of many industries where cottonseed oil serves as a key industrial ingredient. Beyond food production, it is utilized in biodiesel production, pharmaceuticals, cosmetics, and textiles. In cosmetics, cottonseed oil is valued for its emollient properties and antioxidant activities, making it a beneficial component in moisturizers, lotions, and soaps. These properties help enhance skin hydration and protect skin cells from oxidative stress. In biofuel production, cottonseed oil is converted into biodiesel, offering a sustainable energy alternative to fossil fuels and supporting eco-friendly power solutions [43]. Additionally, byproducts of cottonseed oil are repurposed as nutritious animal feed and environmentally friendly fertilizers, promoting sustainable agricultural practices.

Due to its diverse industrial and food applications, cottonseed oil has emerged as a driver of economic growth and environmental sustainability, holding significant commercial value.

Environmental and Sustainability Aspects

Cotton primarily serves as a textile material, but extracting oil from cottonseeds reduces agricultural waste, improve environmental sustainability together with resource conservation. The extraction of oil from cottonseeds improves waste reduction in agriculture and promotes economic opportunities [44]. Furthermore, by products obtained from processing of cottonseed such as cottonseed meal and hulls, contribute to the agricultural circular economy by being used as organic fertilizers and animal feed [30]. However, conventional cotton cultivation poses environmental risks due to excessive pesticide use and high water consumption. Addressing these challenges requires the simultaneous advancement of organic

cotton farming and genetically modified pest-resistant cotton varieties [45].

The production cycle of cottonseed oil also has environmental impacts, primarily through emissions, energy intensity, and solvent-based processing. For instance, hexane-based solvent extraction releases volatile organic compounds (VOCs) that often exceed environmental safety standards, attracting regulatory scrutiny [46]. Fortunately, advancements in mechanical pressing and sustainable refining technologies have helped mitigate these environmental concerns [47]. Additionally, cottonseed oil is gaining market traction as a renewable biofuel and biodiesel feedstock [48]. The cottonseed oil manufacturing industry continues to implement environmental conservation techniques that reduce water consumption and lower pesticide impact and facilitate organic product documentation [8]. Plant-based oil consumers are driving growth while requiring sustainable agricultural practices for cotton farming to combine with environmentally safe processing methods which minimize environmental footprints from cottonseed oil operations.

Recent Research and Future Trends

Modern scientific inventions of cottonseed oil extraction focus on innovative industrial methods and enhanced extraction methods and genetic approaches to boost oil yield. The study reveals GhHACD2 functions as a key regulator of very long-chain fatty acid synthesis for eventual genetic improvement of cottonseed oil production and quality enhancement. The research also highlights strategies for developing cotton cultivars with improved nutritional profiles, optimized oil production, and reduced gossypol content [49]. Additionally, scientists are exploring alternative extraction methods, such as supercritical carbon dioxide extraction combined with enzyme-assisted techniques, which provide environmentally friendly solutions [50]. The research community discovered nutraceutical applications of cottonseed oil because scientists proved its capacity to minimize inflammation while fighting oxidative stress.

The future applications of cottonseed oil focus on both sustainability goals and the creation of biofuel products along with functional meal development. Regulatory interest in non-GMO organic cottonseed oil has risen because consumers want plant-based oils and this drive led to pesticide-free sustainable agriculture practices [51]. The biofuel industry advancement requires renewable biodiesel materials which utilize cottonseed oil [48]. The application of nanotechnology for cottonseed oil stabilization using antioxidant nanocontainers to lengthen food storage durability [52]. Studies using biotechnology and agricultural solutions and green processing methods indicate cottonseed oil will become a leading choice for food security worldwide as well as sustainable energy solutions [53].

Conclusion

Cosmetic manufacturers together with industries and the food sector use cottonseed oil to fulfill their adjustable vegetable oil requirements. What draws many people to use cottonseed oil as their cooking medium is its ability to stay stable and high content of natural antioxidants along with unsaturated fats. People should exercise careful consumption of refined cottonseed oil because they remain worried about gossypol toxicity and excessive omega-6 content and pesticide contamination. Cottonseed oil retains its market value in the international sector thanks to improved biotechnology with sustainable agriculture practices and innovative food and energy applications. Futuristic scientific investigation needs to enhance nutritional content along with producing beneficial farming results through sustainable farming methods.

References

- [1] Bardak, A., Hayat, K., Tekerek, H., Parlak, D., Celik, S., Khan, R. S. A., . . . Ekinici, R. (2019). Analysis of genetic variability and heritability for seedcotton yield in a single seed decent population. *Int. J. Mod. Agri*, 28, 4093-4100.
- [2] Liu, Q., Llewellyn, D. J., Singh, S. P., & Green, A. G. (2012). Cotton seed development: opportunities to add value to a byproduct of fiber production. *Flowering and fruiting in cotton*, 131-162.

- [3] Çelik, S., Bardak, A., & Erdoğan, O. (2019). Screening of upland cotton genotypes (*Gossypium hirsutum* L.) against cotton verticillium (*Verticillium dahliae* Kleb.) Wilt. *Bangladesh Journal of Botany*, 48(4), 1185-1192.
- [4] Bellaloui, N., Turley, R. B., & Stetina, S. R. (2021). Cottonseed protein, oil, and minerals in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) lines differing in curly leaf morphology. *Plants*, 10(3), 525.
- [5] Anjum, Z., Hayat, K., Celik, S., Azhar, M., Shehzad, U., Ashraf, F., . . . Azam, M. (2015). Development of cotton leaf curls virus tolerance varieties through interspecific hybridization. *African Journal of Agricultural Research*, 10(13), 1612-1618.
- [6] Modgil, R., Tanwar, B., Goyal, A., & Kumar, V. (2020). Soybean (*glycine max*) *Oilseeds: Health Attributes and Food Applications* (pp. 1-46): Springer.
- [7] Bardak, A., Fidan, M. S., Dağgeçen, E., Tekerek, H., Çelik, S., Parlak, D., & Hayat, K. (2017). Pamukta ilişkilendirme Haritalaması Yöntemiyle Gossypol ile ilişkili Markörlerin Belirlenmesi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20, 236-240.
- [8] Riaz, T., Iqbal, M. W., Mahmood, S., Yasmin, I., Leghari, A. A., Rehman, A., . . . Bilal, M. (2023). Cottonseed oil: A review of extraction techniques, physicochemical, functional, and nutritional properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(9), 1219-1237.
- [9] Zia, M., Shah, S., Shoukat, S., Hussain, Z., Khan, S., & Shafqat, N. (2021). Benefícios à saúde humana e características físico-químicas e funcionais do óleo de semente de algodão: uma revisão. *Brazilian Journal of Biology*, 82, e243511.
- [10] Foret, A. T. (2005). *Evaluation of both unhydrogenated cottonseed and corn oils as frying mediums for pre-baked white corn tortilla chips*: Texas Woman's University.
- [11] Ungurianu, A., Zăfirescu, A., Nițulescu, G., & Margină, D. (2021). Vitamin E beyond its antioxidant label. *Antioxidants*, 10(5), 634.
- [12] Mukhopadhyay, R., & Kabra, S. (2024). Nutraceuticals Present in Edible Oils. *Herbal Nutraceuticals: Products and Processes*, 271-307.
- [13] Cavallucci, F. (2019). Cottonseed oil: a possible feedstock alternative for renewable Diesel production.
- [14] Isaac, I. O., & Ekpa, O. D. (2013). Fatty acid composition of cottonseed oil and its application in production and evaluation of biopolymers. *American Journal of Polymer Science*, 3(2), 13-22.
- [15] Ghaffar, A., Habib ur Rahman, M., Ali, H. R., Haider, G., Ahmad, S., Fahad, S., & Ahmad, S. (2020). Modern concepts and techniques for better cotton production. *Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies*, 589-628.
- [16] May, J. (2023). *An exploration into why South Africa does not grow organic cotton*.
- [17] Petcu, C. D., Tăpăloagă, D., Mihai, O. D., Gheorghe-Irimia, R.-A., Negoită, C., Georgescu, I. M., . . . Ghimpețeanu, O. M. (2023). Harnessing natural antioxidants for enhancing food shelf life: Exploring sources and applications in the food industry. *Foods*, 12(17), 3176.
- [18] Prater, M. C. (2024). *Comparison of cottonseed oil vs. olive oil diet enrichment on cardiometabolic health markers*. University of Georgia.
- [29] Djuricic, I., & Calder, P. C. (2021). Beneficial outcomes of omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: An update for 2021. *Nutrients*, 13(7), 2421.
- [20] Mariamenatu, A. H., & Abdu, E. M. (2021). Overconsumption of Omega-6 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) versus deficiency of Omega-3 PUFAs in modern-day diets: the disturbing factor for their “balanced antagonistic metabolic functions” in the human body. *Journal of lipids*, 2021(1), 8848161.

- [21] Simopoulos, A. P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental biology and medicine*, 233(6), 674-688.
- [22] Yadav, S., & Dutta, S. (2019). Evaluation of organophosphorus pesticide residue in cotton of Tijara Tehsil, Alwar, Rajasthan. *Nature Environment and Pollution Technology*, 18(4), 1455-1458.
- [23] Kumar, M., Zhang, B., Potkule, J., Sharma, K., Radha, Hano, C., . . . Dey, A. (2023). Cottonseed oil: extraction, characterization, health benefits, safety profile, and application. *Food Analytical Methods*, 16(2), 266-280.
- [24] Sunilkumar, G., Campbell, L. M., Puckhaber, L., Stipanovic, R. D., & Rathore, K. S. (2006). Engineering cottonseed for use in human nutrition by tissue-specific reduction of toxic gossypol. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(48), 18054-18059.
- [25] Dowd, M. K. (2015). Seed. *Cotton*, 57, 745-781.
- [26] Srivastav, P. P., & Karunanithi, S. (2024). Emerging Methods for Oil Extraction from Food Processing Waste.
- [27] O'Brien, R. D. (2002). Cottonseed oil. *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses*, 36(7), 203-231.
- [28] Khamrakulova, M., & Saydullayeva, D. (2023). IMPROVEMENT OF COMPLEX COTTON OIL REFINING TECHNOLOGY. *Western European Journal of Modern Experiments and Scientific Methods*, 1(4), 92-95.
- [29] Kebede, M. (2024). Food and Nutrition (Cotton as a Feed and Food Crop) *Cotton Sector Development in Ethiopia: Challenges and Opportunities* (pp. 379-412): Springer.
- [30] Oybek, Z., & Serkayev, K. (2023). INFLUENCE OF REFINING PROCESSES ON PHOSPHOLIPID CONTENT OF SUNFLOWER OIL. *Universum: технические науки*(9-5 (114)), 49-52.
- [31] Lamas, D. L. (2022). Effect of enzymatic degumming process on the physicochemical and nutritional properties of fish byproducts oil. *Applied Food Research*, 2(2), 100170.
- [32] Asuquo, E. D. (2018). *Synthesis and characterisation of carbon-based adsorbents from some ligno-cellulose agricultural residues and their application in the removal of cadmium (II) and lead (II) ions from aqueous systems*: The University of Manchester (United Kingdom).
- [33] Cofrades, S., & Álvarez, M. D. (2021). Potential of fatty components in the valorization of foods by means of health claims.
- [34] Lin, T.-K., Zhong, L., & Santiago, J. L. (2018). Anti-inflammatory and skin barrier repair effects of topical application of some plant oils. *International journal of molecular sciences*, 19(1), 70.
- [35] Pandey, A., Tripathi, P., Pandey, R., Srivatava, R., & Goswami, S. (2011). Alternative therapies useful in the management of diabetes: A systematic review. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 3(4), 504-512.
- [36] He, W.-S., Zhu, H., & Chen, Z.-Y. (2018). Plant sterols: chemical and enzymatic structural modifications and effects on their cholesterol-lowering activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(12), 3047-3062.
- [37] Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56(8), 365-379. doi: 10.1016/s0753-3322(02)00253-6
- [38] Rathore, K. S., Pandeya, D., Campbell, L. M., Wedegaertner, T. C., Puckhaber, L., Stipanovic, R. D., . . . Hake, K. (2020). Ultra-low gossypol cottonseed: selective gene silencing opens up a vast resource of plant-based protein to improve human nutrition. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 39(1), 1-29.
- [39] Ikegwu, T. M., Ezegbe, C. C., Odo, E. N., Okolo, C. A., Mba, J. C., & Agu, H. O. (2022). Processing of oilseeds in the tropics: Prospects and challenges. *Oilseed Crops-Uses, Biology and Production*.

- [40] Abrante-Pascual, S., Nieva-Echevarría, B., & Goicoechea-Oses, E. (2024). Vegetable Oils and Their Use for Frying: A Review of Their Compositional Differences and Degradation. *Foods*, 13(24), 4186.
- [41] Salimath, S. S., Romsdahl, T. B., Konda, A. R., Zhang, W., Cahoon, E. B., Dowd, M. K., . . . Chapman, K. D. (2021). Production of tocotrienols in seeds of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) enhances oxidative stability and offers nutraceutical potential. *Plant Biotechnology Journal*, 19(6), 1268-1282.
- [42] Park, G., Choi, D., Kim, J. Y., Jung, S., Tsang, Y. F., & Kwon, E. E. (2024). Direct conversion of cottonseeds into biodiesel. *Chemical Engineering Journal*, 493, 152491.
- [43] Sharma-Shivappa, R., & Chen, Y. (2008). Conversion of cotton wastes to bioenergy and value-added products. *Transactions of the ASABE*, 51(6), 2239-2246.
- [44] Rocha-Munive, M. G., Soberón, M., Castañeda, S., Niaves, E., Scheinvar, E., Eguiarte, L. E., . . . Martínez-Carrillo, J. L. (2018). Evaluation of the impact of genetically modified cotton after 20 years of cultivation in Mexico. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 6, 82.
- [45] Wan, P. J. W. J. (2003). Solvent Extraction: Safety, Health, and Environmental Issues *Extraction Optimization in Food Engineering* (pp. 377-414): CRC Press.
- [46] Dunford, N. T. Food and Industrial Bioproducts and Bioprocessing.
- [47] Eevera, T., & Pazhanichamy, K. (2013). Cotton seed oil: A feasible oil source for biodiesel production. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 35(12), 1118-1128.
- [48] Adhikari, P. B., Datla, R., & Kasahara, R. D. (2025). Regulation of ovule and seed development (Vol. 8, pp. 1542783): Frontiers Media SA.
- [49] Gaikwad, R. K., Mondal, I. H., Dash, K. K., & Béla, K. (2024). Effectiveness of Sustainable Oil Extraction Techniques: A comprehensive review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 101546.
- [50] Saxena, S., Patil, P., Tiwari, S., & D'Souza, C. (2018). Cottonseed Oil: Present Status and Future Prospects.
- [51] Salama, L., Atta, M. B., & Ali, N. A. (2017). Effect of Synthesized ZnO Nanoparticles As Antioxidant on Cotton Seed Oil and Its Blend with Palm Olean. *Int. J. Food Sci. Nutr. Diet*, 6, 345-349.
- [52] Villanueva-Mejia, D., & Alvarez, J. C. (2017). Genetic improvement of oilseed crops using modern biotechnology. *Adv. Seed Biol*, 2017, 295-317.
- [53] Yang, A., Qi, M., Wang, X., Wang, S., Sun, L., Qi, D., . . . Zhang, N. (2019). Refined cottonseed oil as a replacement for soybean oil in broiler diet. *Food Sci Nutr*, 7(3), 1027-1034. doi: 10.1002/fsn3.933



Heterosis studies in upland cotton for seed cotton yield and yield related components

Sana Khan¹, Azeem Iqbal Khan¹, Asad Azeem², Muhammad Abu Bakar Zia^{3*}, Sami ul ALLAH⁴, Zeshan Hassan²

Article info

Received: 05.26.2025
Accepted: 06.26.2025

Article type: Research

Keywords: Gossypium hirsutum L, seed cotton yield, Heterosis, Heritability

Abstract

Cotton belongs to the Malvaceae family, is one of the major fiber crops of the world popularly known as "White Gold". Cotton and its by-products play a crucial role in the economy of developed and developing countries. Several biotic and abiotic factors are responsible for low yield and poor fiber quality in cotton. Heterosis studies provide basis for development of hybrid combinations and their commercial consumption. The current research was conducted to investigate the degree of heterosis for seed cotton yield and yield related components under RCBD design having four parents and six hybrids with three replications. Data were collected for plant height, sympodia/plant, monopodia/plant, number of fruiting nodes/plant, seed cotton yield/plant, node ratio, boll weight, GOT percentage, seed index, micronaire, fiber length, fiber strength and number of bolls/ plant. Analysis of variance showed significant differences between parents and hybrids. The parents Debel and VH-330 demonstrated as the most effective for cross combination for the traits viz. plant height, boll weight and number of monopodial branches, seed cotton yield/plant, micronaire, fiber length, fiber strength, Got% and number of sympodial branches. The hybrids VH-330 x Debel, VH-330 x MS-DK and FH-444 x VH-330 exhibited significant and highest heterotic effects for yield and yield related traits and fiber quality parameter. The estimates of broad sense heritability exposed that moderate heritability was observed between all traits. The value of GCV was less than the value of PCV which means the influence of environment is more on all traits. These hybrids can be utilized for exploitation of yield and fiber quality parameters in future breeding programmes.

Citation: Khan, S., Azeem, A., Zia, M.A.B., Hasan, Z. (2025). Heterosis studies in upland cotton for seed cotton yield and yield related components. Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP), 5(1), 34-49.

Yüksek verimli pamukta tohum pamuk verimi ve verimle ilgili bileşenler üzerine heterozis çalışmaları

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 26.05.2025 Kabul Tarihi: 26.06.2025

Makale türü: Araştırma

Anahtar kelimeler; Gossypium hirsutum L, tohum pamuk verimi, Heterosis, Kalıtım

Özet

Pamuk, Malvaceae familyasına aittir ve dünya çapında "Beyaz Altın" olarak bilinen başlıca lif bitkilerinden biridir. Pamuk ve yan ürünleri, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomisinde önemli bir rol oynamaktadır. Pamukta düşük verim ve düşük lif kalitesinden çeşitli biyotik ve abiyotik faktörler sorumludur. Heterosis çalışmaları, melez kombinasyonların geliştirilmesi ve ticari tüketimine temel oluşturur. Mevcut araştırma, dört ebeveyn ve altı melez ile üç tekrarlı RCBD tasarımında tohum pamuğu verimi ve verimle ilgili bileşenler için heterozis derecesini araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bitki boyu, simpodya/bitki, monopodia/bitki, meyve veren düğüm sayısı/bitki, tohum pamuğu verimi/bitki, düğüm oranı, koza ağırlığı, GOT yüzdesi, tohum indeksi, mikroner, lif uzunluğu, lif mukavemeti ve koza sayısı/bitki için veriler toplanmıştır. Varyans analizi, ebeveynler ve melezler arasında önemli farklılıklar olduğunu göstermiştir. Debel ve VH-330 ebeveynleri, bitki boyu, koza ağırlığı ve monopodial dal sayısı, tohum pamuğu verimi/bitki, mikronaire, lif uzunluğu, lif mukavemeti, Got% ve simpodyal dal sayısı özellikleri için en etkili çapraz kombinasyon olarak gösterilmiştir. VH-330 x Debel, VH-330 x MS-DK ve FH-444 x VH-330 melezleri, verim ve verimle ilgili özellikler ile lif kalitesi parametresi için önemli ve en yüksek heterotik etkiler sergilemiştir. Geniş anlamalı kalıtım tahminleri, tüm özellikler arasında orta düzeyde kalıtım gözlemlendiğini ortaya koymuştur. GCV değeri PCV değerinden daha düşüktü, bu da çevrenin tüm özellikler üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu anlamına gelir. Bu melezler, gelecekteki ıslah programlarında verim ve lif kalitesi parametrelerinin geliştirilmesi için kullanılabilir.

Atıf: Khan, S., Azeem, A., Zia, M.A.B., Hasan, Z. (2025). Yüksek verimli pamukta tohum pamuk verimi ve verimle ilgili bileşenler üzerine heterozis çalışmaları. Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP), 5(1), 34-49.

¹ * Corresponding Author Email Address: abziatebest@gmail.com

Introduction

Cotton (*Malvaceae: Malvales*) is one of the most crucial natural fiber producing crop. Cotton has four domestic species viz *G. hirsutum* and *G. barbadense* (American) *G. herbarium* and *G. arboreum* [1] which are commercially cultivated for household use [2]. *G. arboreum* and *G. herbaceum* are diploid while *G. hirsutum* & *G. barbadense* consisted of allotetraploid genomes, and belongs to family Malvaceae [3]. Cotton is vital crop that is grown in more than 80 countries because of its products and socioeconomic importance. The top five countries India, China, the USA, Brazil, and Pakistan produce 80% of the world's cotton production [4]. Our World's population is increasing day by day, so appropriate cotton production is needed to encounter the increasing demand of fiber [5]. Pakistan's economy is based on cotton production, which is regarded as a cash crop [6]. Cotton crop is the backbone of Pakistan's economy and is considered as a main earning commodity by providing 0.3% to gross domestic product (GDP) and 1.4% to cost added in agriculture (Economic survey of Pakistan, 2022-2023). The area of cotton that was grown in the 2022–2023 season increased to 2,144 thousand hectares, an increase of 10.7% from the 1,937 thousand hectares of the previous year (Economic survey of Pakistan, 2022-2023). Cotton is referred to as a king of fiber occupies a huge and crucial position as a cash crop that has a substantial influence on the world economy and social dynamics [7]. It is known as “White gold” because it gives excessive profit and exported in almost 111 countries of the world [2]. Cotton and its by-products play significant role in the economy of developed and developing countries [8]. The cotton crop provides the raw materials for a wide range of industries, allowing for the manufacture of edible oil, textiles, seed cakes for use as livestock feed, organic matter, and a number of other goods [9]. It employs millions of people globally in activities like cultivation, seed production, marketing, industry utilization, and research as the primary raw material (representing 85% of the textile industry's needs) [10].

Cotton is exposed to several biotic and abiotic stresses that causes to produce less cotton production. Cotton is susceptible to several diseases, including Fusarium wilt, Verticillium wilt (Bardak et al., 2021; Çelik et al., 2017; Çelik et al., 2019; Çelik et al., 2022) bacterial blight, and fungal blight [11]. Whiteflies and thrips caused substantial damage to the cotton crop in the cotton belts of Punjab and Sindh. The CLCV Disease repeatedly and persistently present produced a detrimental effect on the cotton crop [12]. Several ecological factors, including temperature variations, rainfall distribution and intensity, relative humidity, and winds all indicators of climate change have an impact on the growth and development of cotton [13]. Since cotton is more susceptible to environmental challenges, temperatures above the optimum will gradually reduce yield. Additionally, in most cotton belts during the flowering stage and the production of the bolls, the temperature is already above the ideal threshold temperature is 60°F, and an increase will reduce the crop's yield [13]. Farmers and the textile industry are seeking enhancements in both fiber quality and seed cotton yield [12; 14].

Considering the tendency towards diminishing yields and the rising demand from the textile sector, it is crucial to develop breeding programmes that can significantly increase cotton production in the country. Pakistan has the potential to become a large global producer of cotton [12]. The development of commercial hybrid varieties (both interspecific and intraspecific) is a crucial strategy to fulfil the current cotton demand among the many tactics used to improve yield and quality in grown cotton [1]. According to [15] heterosis has constantly distinguished itself as a noteworthy accomplishment in cotton breeding processes. Heterosis refers to the enhancement in a hybrid's performance compared to the average of its parents, and this can manifest as either positive or negative values. Breeders of cotton have become more interested in heterosis during the past few decades [16]. Heterosis involves assessing the performance of an F₁ hybrid resulting from the crossbreeding of two varieties or pure lines, although its effective utilization in cotton breeding has not yet reached its full potential [17]. According to [7; 18] genetic traits relating to economic and fiber properties in cotton cultivars were improved through heterosis breeding. The heritability signify the genetic variance transmitted to offspring, holds a substantial role in the improvement of quantitative traits [19]. The aim of this research was to investigate heterosis and heritability analysis for various yield and yield related components in upland cotton that can be employed in future cotton breeding programme.

Materials and Methods

The experiment was conducted in the field area of Department of Plant breeding and Genetics, University of Agriculture, Faisalabad during 2020-2021. During November 2020, seeds of four cotton genotypes viz. FH-444, MS-DK, Debel, VH-330 were planted in pots in a glasshouse. At flowering, these varieties were crossed in complete diallel fashion to develop F₁ seed. Only six F₁ hybrids viz. FH-444 × VH-330, FH-444 × Debel, FH-444 × MS-DK, VH-330 × Debel, VH-330 × MS-DK and Debel × MS-DK were developed. There were 5 pots for each variety. The temperature in the glasshouse was kept at 35°C. Selective crossing was made at the time of flowering. All preventive measures were adopted to avoid any genetic contamination at the time of flowering. The

parental seeds and F₁ hybrids of these varieties were treated with sulphuric acid after harvesting to eliminate fuzz before sowing. The seeds of six hybrids along with their parents was field planted in randomized complete block design (RCBD) design with three replications. The space between rows and plants was kept at 75cm and 30cm respectively. Standard and uniform cultural practices was followed to each genotype. At the maturity stage, five plants per replication of each genotype was chosen for collecting data of Plant height(cm), Number of monopodial branches, Number of sympodial branches, Number of fruiting nodes per plant, Number of bolls/plant, Boll weight (g), Seed cotton yield/plant (g), Ginning out turn (%), Seed index (g), Fiber length (mm), Fiber strength (g/tex), Micronaire (µg/inch) and node ratio.

$$\text{GOT\%} = \frac{\text{Lint weight(g)}}{\text{Seed cotton yield (g)}} \times 100$$

Statistical Analysis

The recorded data was examined for the analysis of variance (ANOVA) suggested by [20] Heterosis were estimated by following [21]. The values of GCV, PCV, and broad sense heritability were calculated by using method [22].

MP and BP heterosis of these F₁ hybrids were estimated by given formulas;

$$\text{Mid Parent Heterosis} = \frac{(F_1 - \text{MP})}{(\text{MP})} \times 100$$

$$\text{Better Parent Heterosis} = \frac{(F_1 - \text{BP})}{(\text{BP})} \times 100$$

Heritability h^2 was estimated as following;

$$h^2 = V_p/V_g$$

Test for significance of mid and better parent heterosis

The t-test was utilized to examine whether the F₁ hybrid's mid and better parent heterosis was statistically significant. The t value was calculated using the following formula by [23].

t- test for heterosis

$$t = (F_1 - \text{MP}) / 3/2r\text{EMS})^{0.5}$$

t- test for heterobeltiosis

$$t = (F_1 - \text{BP}) / 2/r\text{EMS})^{0.5}$$

3. Results and discussion

3.1. Heterosis

Statistical analysis for all parameters revealed significant differences among genotypes. It revealed that all genotypes differ from one another exhibited in table (3.1). The estimation of heterosis and heterobeltiosis for plant height are exhibited in table (3.2). VH-330 × Debal exhibited maximum heterosis (-26.74) followed by Debal × MS-DK (-9.73). The crosses FH-444 × VH-330, FH-444 × Debal and FH-444 × MS-DK showed non-significant mid parent heterosis. The hybrid VH-330 × Debal revealed highest significant and negative heterobeltiosis (-27.92) followed by Debal × MS-DK (-19.60), VH-330 × MS-DK (-13.59), FH-444 × Debal (-11.29) and FH-444 × VH-330 (-10.97). The estimation of heterosis and heterobeltiosis for monopodial branches are exhibited in table (3.2). The hybrid FH-444 × VH-330 showed the highest heterosis (43.07) followed by FH-444 × Debal (-18.07), VH-330 × MS-DK, (-21.05) and Debal × MS-DK (-31.91). The hybrid FH-444 × VH-330 revealed the highest heterobeltiosis (40.90) followed by FH-444 × Debal (-32), VH-330 × MS-DK (-31.81) and Debal × MS-DK (-36). For sympodial branches, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are given in table (3.2). The hybrid VH-330 × Debal showed the highest heterosis (-39.89) following VH-330 × MS-DK (-29.73), Debal × MS-DK (-15.33) and FH-444 × VH-330 (-12.80). The highest heterobeltiosis (-45.73) was exhibited by VH-330 × Debal. Five crosses FH-444 × VH-330, FH-444 × Debal, Debal × MS-DK, VH-330 × Debal and VH-330 × MS-DK revealed significant and negative (-13.56, -17.85, -22.53, -45.731 and -30.76).

For number of bolls/plant, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in (3.3). VH-330 × MS-DK revealed maximum heterosis (-23.24) following VH-330 × Debel (-22.06). The hybrid VH-330 × MS-DK revealed highest heterobeltiosis (-27.58) following VH-330 × Debel -24.34) while remaining four crosses revealed nonsignificant and negative heterobeltiosis and heterosis. For number of fruiting nodes/plant, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in table (3.3). The hybrid FH-444 × VH-330 revealed highest heterosis (20.16) followed by Debel × MS-DK (19.11). All hybrids revealed nonsignificant positive and negative heterobeltiosis. For seed index, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in table (3.3). The hybrid Debel × MS-DK showed significant and positive heterosis (20.77) following VH-330 × Debel (19.20) and FH-444 × VH-330 (17.85). The hybrid Debel × MS-DK showed maximum heterobeltiosis (19.23) followed by VH-330 × Debel (18.42) while remaining four crosses showed nonsignificant positive and negative heterobeltiosis.

For boll weight, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are exhibited in table (3.4). The hybrid VH-330 × MS-DK exhibited the highest heterosis (36.44) followed by VH-330 × Debel (22.14) and FH-444 × VH-330 (19.10). The hybrid VH-330 × MS-DK showed the maximum (33.24) heterobeltiosis followed by FH-444 × Debel (-21.14) while remaining four crosses showed nonsignificant heterobeltiosis. For ginning outturn, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in table (3.4). The cross VH-330 × MS-DK exhibited highest heterosis (-11.99) followed by VH-330 × Debel (-10.24) and FH-444 × Debel (9.60) while remaining three crosses FH-444 × VH-330, FH-444 × MS-DK and Debel × MS-DK exhibited nonsignificant positive and negative heterosis. The cross VH-330 × MS-DK exhibited maximum heterobeltiosis (-14.72) followed by FH-444 × Debel (9.46), VH-330 × Debel (-12.58). For fiber strength, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in table (3.4). The hybrid FH-444 × MS-DK showed maximum heterosis (17.46) followed by VH-330 × Debel (-9.59) and Debel × MS-DK (-9.04). The hybrid FH-444 × MS-DK showed significant and highest heterobeltiosis (14.51) followed by FH-444 × VH-330 (-11.03), VH-330 × Debel (-13.58), Debel × MS-DK (-10.75) and VH-330 × MS-DK (-9.16).

For micronaire value, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in table (3.5). Debel × MS-DK revealed significant and negative heterosis (-13.54) while the remaining five crosses FH-444 × Debel, FH-444 × VH-330, FH-444 × MS-DK, VH-330 × MS-DK and VH-330 × Debel revealed nonsignificant heterosis. Debel × MS-DK revealed significant and negative heterobeltiosis (-14.43) while the remaining five crosses revealed nonsignificant heterobeltiosis.

For fiber length, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in table (3.5). The hybrid FH-444 × Debel revealed highest heterosis (-20.55) followed by Debel × MS-DK (18.07) and VH-330 × Debel (-13.51). The hybrid FH-444 × Debel revealed significant and negative heterobeltiosis (-21.41) following VH-330 × Debel (-16.43), Debel × MS-DK (11.50) and FH-444 × VH-330 (-10.72). The estimation of heterosis and heterobeltiosis for node ratio are shown in table (3.5). The hybrid VH-330 × MS-DK exhibited highest heterosis (-25.75) while the remaining crosses showed nonsignificant heterosis. The hybrid VH-330 × MS-DK showed maximum heterobeltiosis (-25.75) followed by Debel × MS-DK (-21.35), VH-330 × Debel (17.51) and FH-444 × MS-DK (-9.07). For seed cotton yield/plant, the estimation of heterosis and heterobeltiosis are shown in (3.5). The cross FH-444 × VH-330 exhibited maximum heterosis (30.95) followed by FH-444 × MS-DK (23.52) and VH-330 × Debel (-19.15). The hybrid FH-444 × VH-330 showed significant and positive heterobeltiosis (30.33) followed by VH-330 × Debel (-29.98), FH-444 × MS-DK (20.86) and Debel × MS-DK (-16.33).

Table 3.1. Analysis of variance for yield and fiber parameters in upland cotton

SOV	PH	MB	SB	SI	NB	NFN	BW
Replication	76.69	0.09	11.08	0.96	9.03	122.21	0.3
Genotypes	319.56**	0.38*	55.98**	2.25**	23.45**	421.70**	0.74**
Error	59.19	0.09	4.99	0.46	4.22	119.93	0.17

SOV	GOT%	FS	MIC	FL	NR	SCY	
Replication	10.64	2.7	0.002	0.08	0.01	122.21	
Genotypes	17.89**	12.86**	0.002*	20.77**	0.061**	421.70**	
Error	5.27	3.07	0.055	5.16	0.015	119.93	

Table 3.2. Mid and better parent heterosis (%) for Plant height, number of monopodial branches and number of sympodial branches in F₁ of upland cotton

Crosses	Plant height (cm)		Number of monopodial branches		Number of sympodial branches	
	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)
FH-444 × VH-330	-6.76 ns	-10.97*	43.07*	40.90*	-12.80*	-13.56*
FH-444 × Debal	-5.64 ns	-11.29*	-18.07*	-32*	-9.74ns	-17.85*
FH-444 × MS-DK	7.513 ns	1.46 ns	9.09ns	-4.54ns	1.55ns	0.95ns
VH-330 × Debal	-26.74*	-27.92*	3.65ns	-15ns	-39.89*	-45.73*
VH-330 × MS-DK	-4.39 ns	-13.59*	-21.05*	-31.81*	-29.73*	-30.76*
Debal × MS-DK	-9.73*	-19.60*	-31.91*	-36*	-15.339*	-22.53*

Table 3.3. Mid and better parent heterosis (%) for number of bolls, number of fruiting nodes and seed index in F₁ of upland cotton

Crosses	Number of bolls		Number of fruiting nodes/plant		Seed index (g)	
	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)
FH-444 × VH-330	7.20ns	-0.85ns	20.16*	2.65ns	17.85*	6.45ns
FH-444 × Debal	-3.36ns	-8.08ns	12.52ns	10.78ns	6.50ns	-3.22ns
FH-444 × MS-DK	-7.41ns	-9.36ns	8.29ns	0.76ns	5.26ns	-3.22ns
VH-330 × Debal	-22.06*	-24.34*	0.71ns	-6.94ns	19.20*	18.42*
VH-330 × MS-DK	-23.24*	-27.58*	6.88ns	-6.29ns	-9.80ns	-11.53ns
Debal × MS-DK	-4.68ns	-7.43ns	19.11*	12.46ns	20.77*	19.23*

Table 3.4. Mid and better parent heterosis (%) for boll weight, ginning outturn and fiber strength in F₁ of upland cotton

Crosses	Boll weight (g)		Ginning Outturn (%)		Fiber strength (g/tex)	
	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)
FH-444 × VH-330	19.10*	19.04ns	-5.93ns	-8.27ns	-6.34ns	-11.03*
FH-444 × Debal	-8.49ns	-21.14*	9.60*	9.46*	5.15ns	4.46ns
FH-444 × MS-DK	-1.05ns	14.65ns	4.30ns	3.62ns	17.46*	14.51*
VH-330 × Debal	22.14*	5.26ns	-10.24*	-12.58*	-9.59*	-13.58*
VH-330 × MS-DK	36.44*	33.24*	-11.99*	-14.72*	-6.71ns	-9.16*
Debal × MS-DK	10.10ns	-3.15ns	-6.36ns	-6.84ns	-9.04*	-10.75*

Table 3.5. Mid and better parent heterosis (%) for micronaire, fiber length, node ratio and seed cotton yield/plant in F₁ of upland cotton

Crosses	Micronaire (µg/inch)		Fiber length (mm)		Node ratio		Seed cotton yield/plant	
	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)	MP (%)	BP (%)
FH-444 × VH-330	-3.22ns	-4.25ns	-8.59*	-10.72*	1.90ns	1.90ns	30.95*	30.33*
FH-444 × Debal	3.66ns	2.06ns	-20.55*	-21.41*	-6.14ns	-6.14*	1.08ns	-12.10ns
FH-444 × MS-DK	-3.70ns	-4.21ns	1.16ns	-5.44ns	-9.07ns	-9.07*	23.52*	20.86ns
VH-330 × Debal	-0.52ns	-3.09ns	-13.51*	-16.43*	-17.51ns	-17.51*	-19.15*	-29.98*
VH-330 × MS-DK	0.53ns	-1.05ns	9.93*	0.51ns	-25.75*	-25.75*	-9.27ns	-11.63ns
Debal × MS-DK	-13.54*	-14.43*	18.07*	11.50*	-21.35ns	-21.35*	-5.57ns	-16.33ns

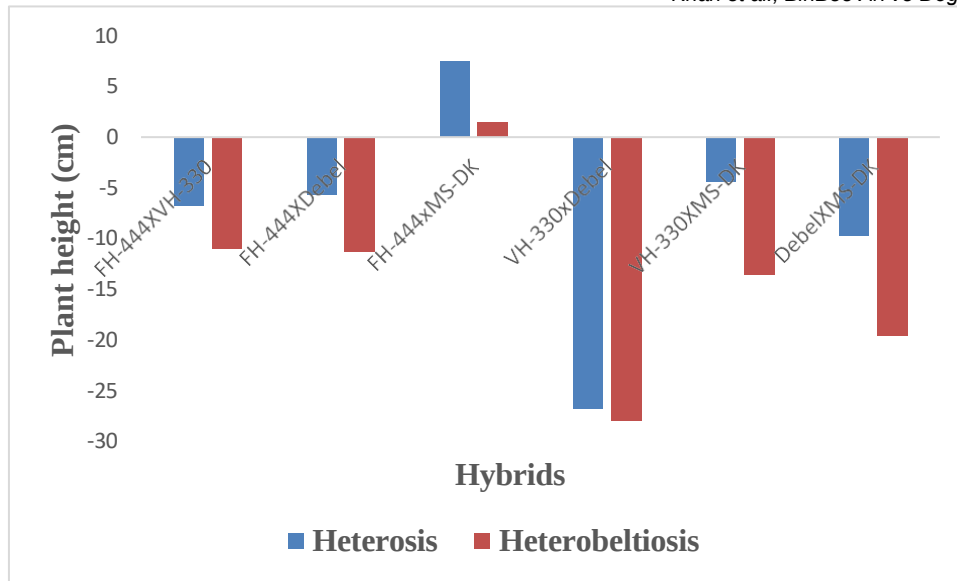


Fig. 3.1.1: Percent increase (+) or decrease (-) of F_1 hybrids over MP and BP for plant height in upland cotton

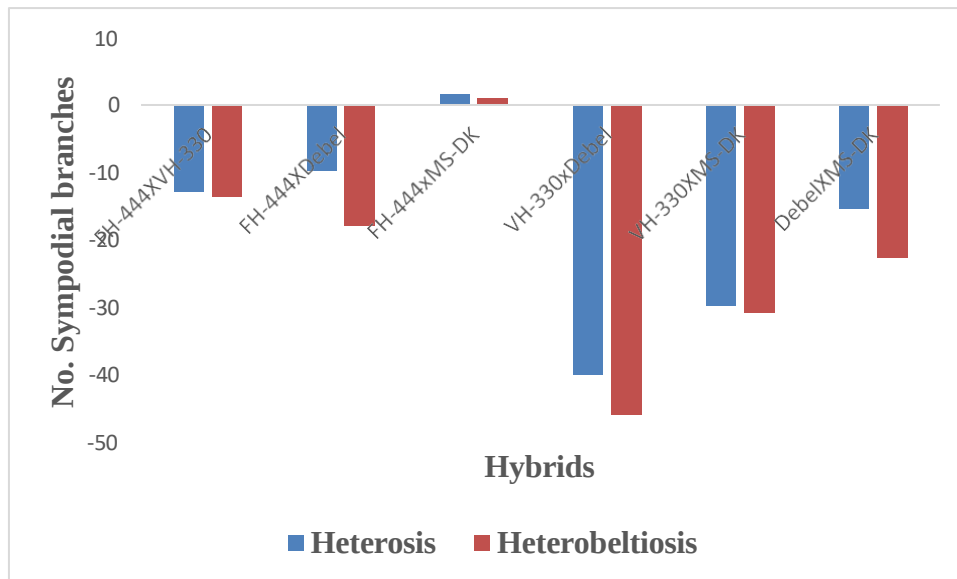


Fig. 3.1.2: Percent increase (+) or decrease (-) of F_1 hybrids over MP and BP for number of sympodial branches in upland cotton

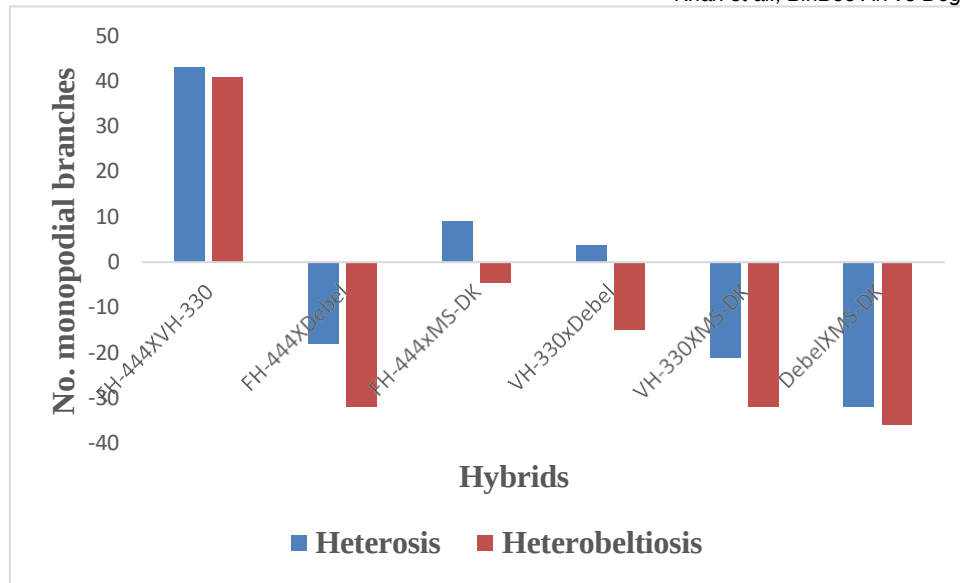


Fig. 3.1.3: Percent increase (+) or decrease (-) of F_1 hybrids over MP and BP for number of monopodial branches in upland cotton

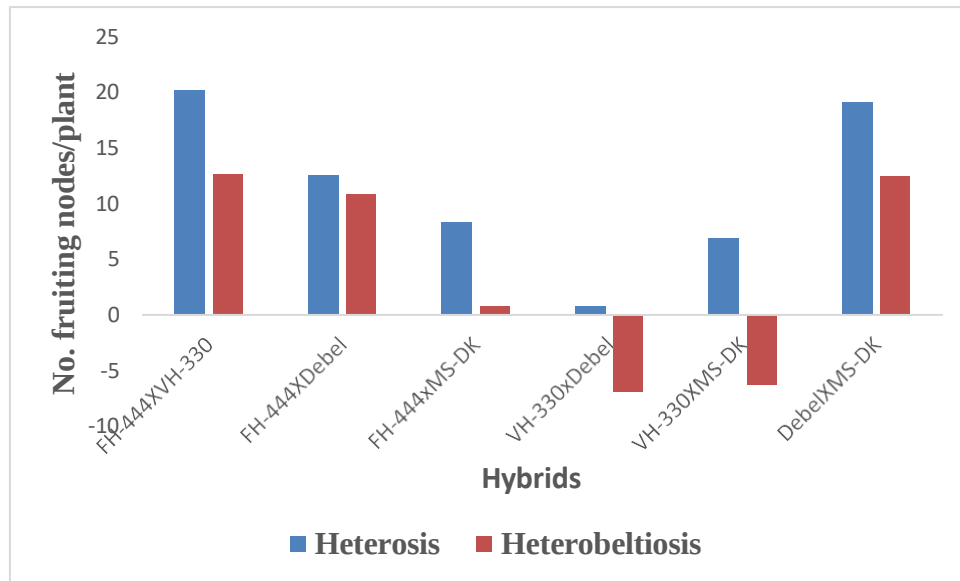


Fig 3.1.4: Percent increase (+) or decrease (-) of F_1 hybrids over MP and BP for number of fruiting nodes/plant in upland cotton

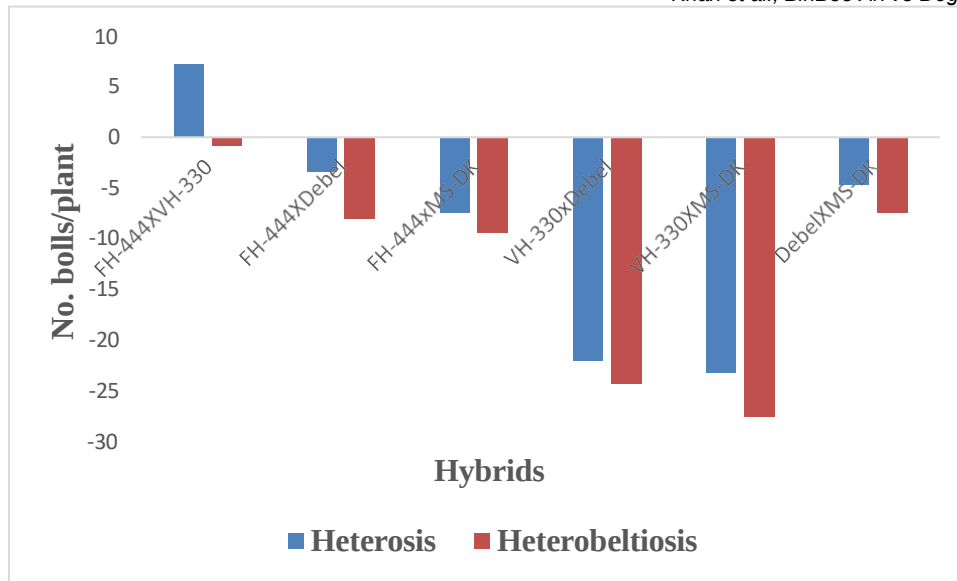


Fig. 3.1.5: Percent increase (+) or decrease (-) of F₁ hybrids over MP and BP for number of bolls in upland cotton

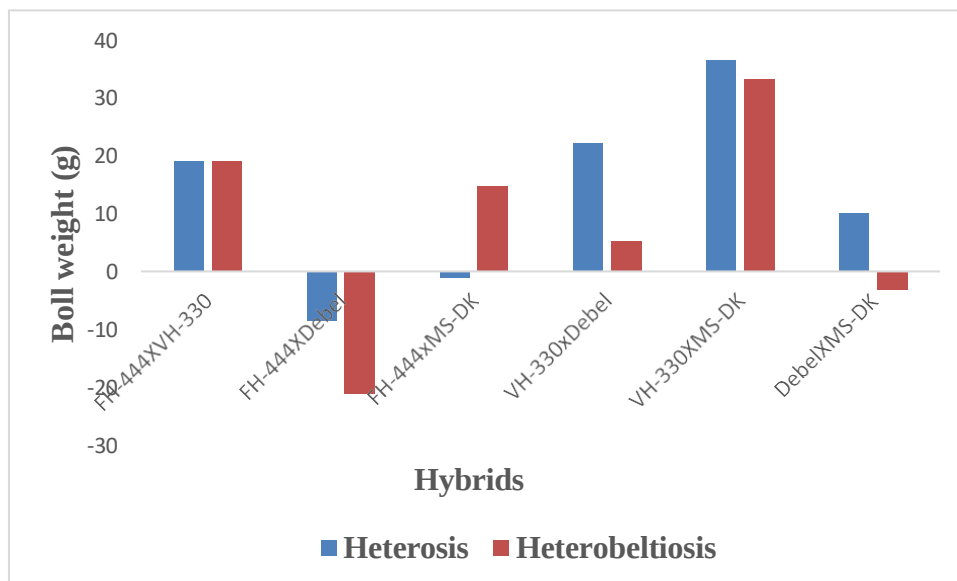


Fig. 3.1.6: Percent increase (+) or decrease (-) of F₁ hybrids over MP and BP for boll weight in upland cotton

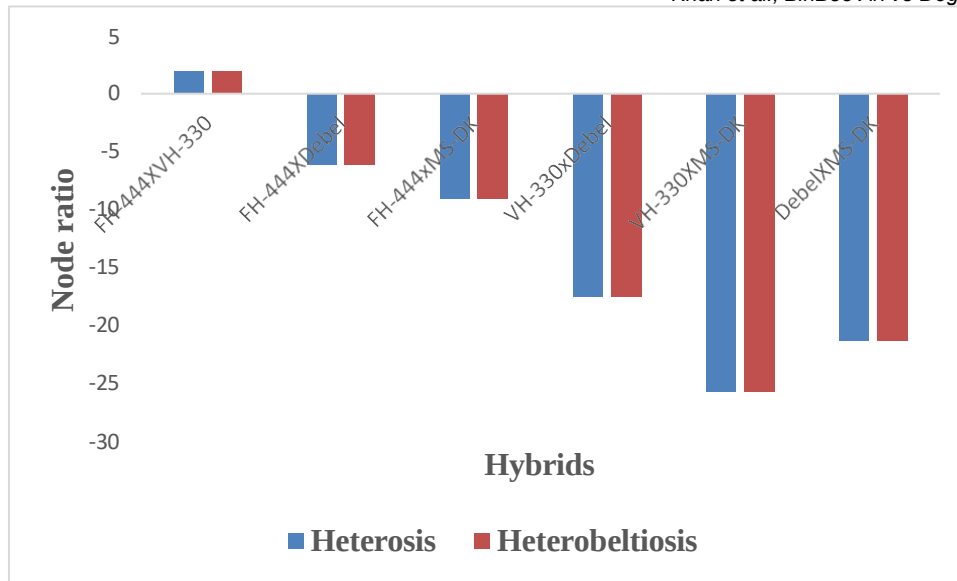


Fig. 3.1.7: Percent increase (+) or decrease (-) of F₁ hybrids over MP and BP for node ratio in upland cotton

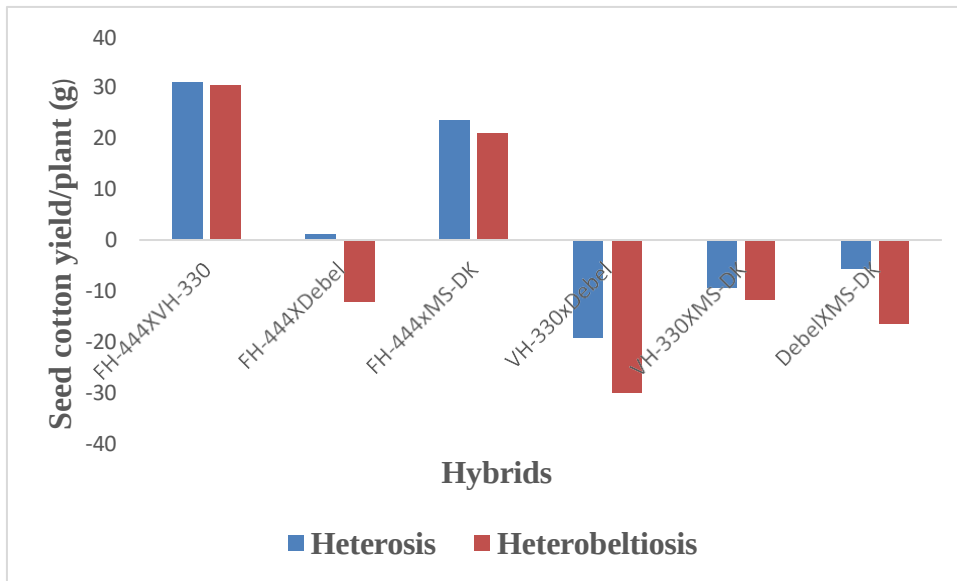


Fig 3.1.8: Percent increase (+) or decrease (-) of F₁ hybrids over MP and BP for seed cotton yield/plant in upland cotton

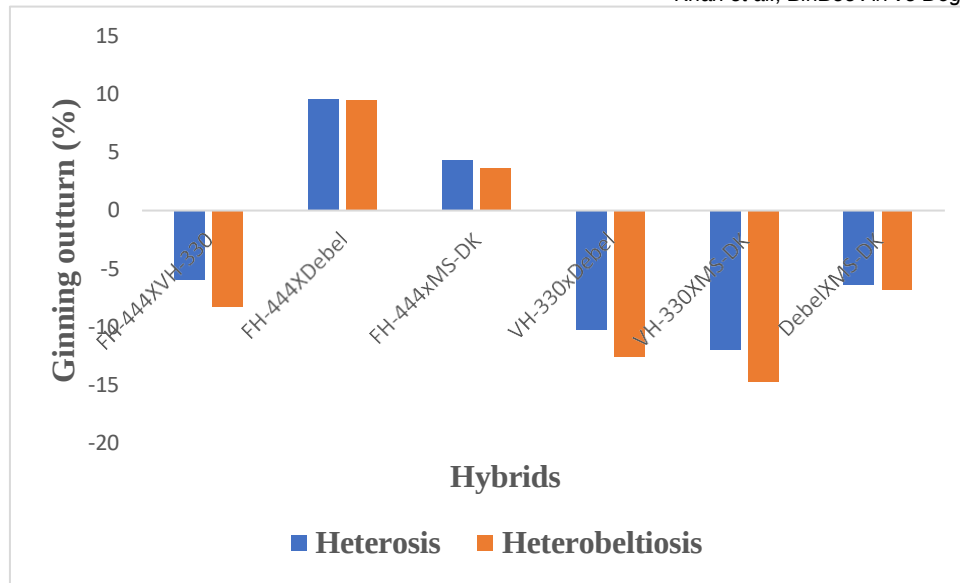


Fig. 3.1.9: Percent increase (+) or decrease (-) of F₁ hybrids over MP and BP for ginning outturn in upland cotton

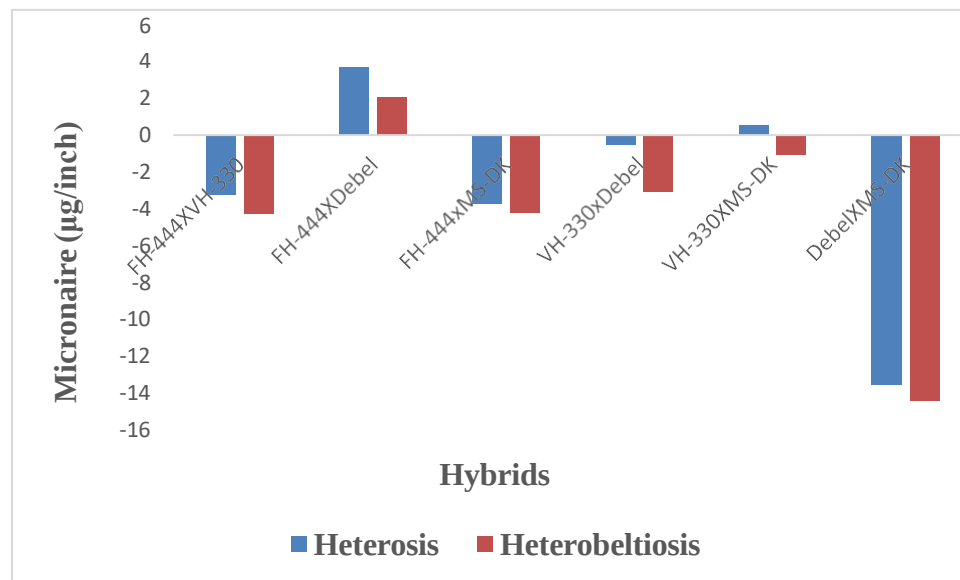


Fig. 3.1.10: Percent increase (+) or decrease (-) of F₁ hybrids over MP and BP for micronaire in upland cotton

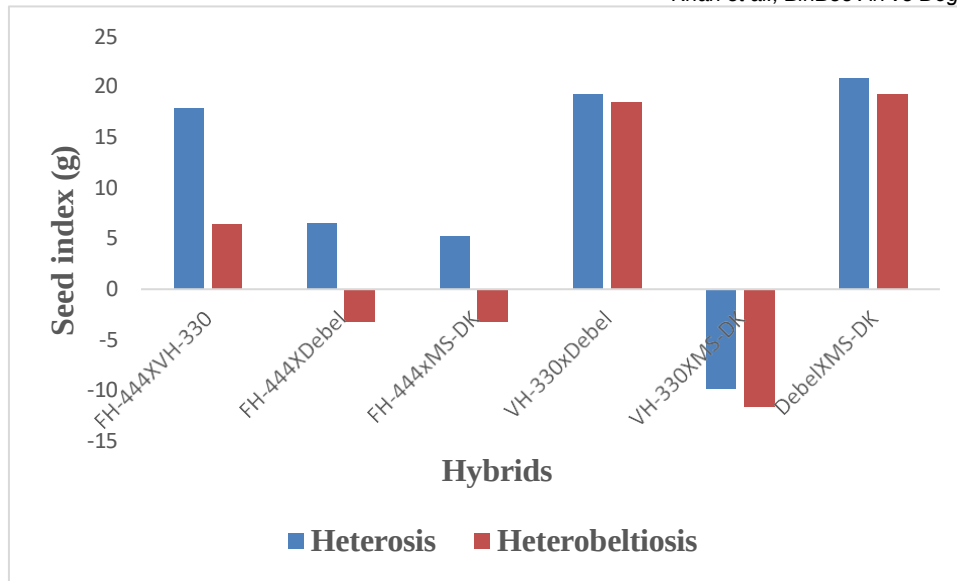


Fig. 3.1.11: Percent increase (+) or decrease (-) of F_1 hybrids over MP and BP for seed index in upland cotton

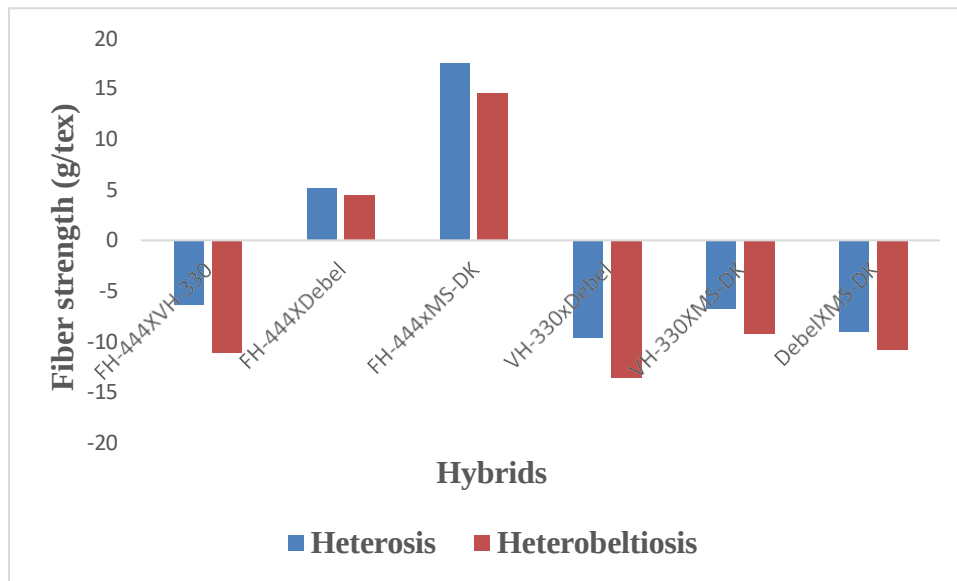


Fig. 3.1.12: Percent increase (+) or decrease (-) of F_1 hybrids over MP and BP for fiber strength in upland cotton

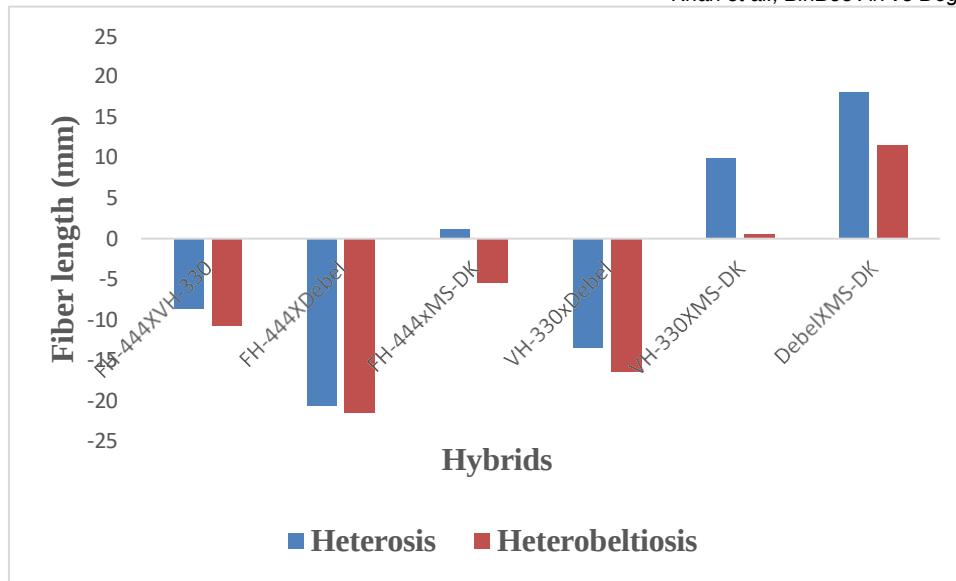


Fig. 3.1.13: Percent increase (+) or decrease (-) of F₁ hybrids over MP and BP for fiber length in upland cotton

3.2. Heritability

The evaluation of genetic variability revealed a strong association between phenotypic and genotypic variations for all parameters. The value of heritability for plant height recorded (0.59 or 59%) with genetic advance (13.85%). The value of GCV (8.72%) was less than the value of PCV (22.58%) which means the influence of environment is more on this trait. For number of monopodia the heritability (0.51 or 51%) was observed with genetic advance (23.84%). The value of GCV (16.17%) was less than the value of PCV (22.58%), which means the influence of environment is more on this trait. The value of broad sense heritability for number of sympodial branches (0.77 or 77%) was estimated with genetic advance (31.15%). The estimated heritability value (0.35 or 35%) was observed for number of bolls with genetic advance (11.79%). The GV was less in comparison to PV for number of sympodial branches and number of bolls. For number of fruiting nodes/plant estimated value of broad sense heritability (0.34 or 34%) with genetic advance (10.73%). The estimated value of heritability for seed index (0.38%) was recorded with genetic advance (8.27%). The broad sense heritability for boll weight (0.51 or 51%) was observed with genetic advance (18.53%). The value of GCV was less than the value of PCV which means the influence of environment is more on number of fruiting nodes/plant, seed index and boll weight. The estimated value of broad sense heritability for ginning outturn % (0.37 or 37%) was observed with genetic advance (6.66%). For fiber strength the estimated heritability value (0.51 or 51%) was observed. The assessed value of broad sense heritability for micronaire (0.34 or 34%) was recorded with genetic advance (4.48%). The estimated value of broad sense heritability for fiber length (0.39%) with genetic advance (6.36%). For node ratio the assessed value of heritability was (0.48%) with genetic advance (18.68%). The value of GCV was less than the value of PCV which means the influence of environment is more on ginning outturn %, fiber strength, micronaire, fiber length and node ratio. For seed cotton yield the estimated heritability (0.45 or 45%) value was observed with genetic advance (16.44%). The phenotypic variance observed more than genotypic variance. It means seed cotton yield not only influenced by genotypes also affected by environment.

3.2.1. The range of heritability for yield and fiber quality parameters

Traits	PCV	GCV	Heritability (H^2)	GAM%
Plant height	11.31	8.72	0.59	13.85
Number of monopodial branches	22.58	16.17	0.51	23.84
Number of sympodial branches	19.56	17.20	0.77	31.15
Number of bolls	16.12	9.60	0.35	11.79
Number of fruiting nodes/plant	15.13	8.88	0.34	10.73
seed index	10.50	6.49	0.38	8.27

Boll weight	17.36	12.49	0.5182	18.53
Ginning Outturn %	8.52	5.25	0.3797	6.66
Fiber strength	9.18	6.5942	0.5150	9.74
Micronaire	9.7482	3.6976	0.3467	4.4844
Fiber length	7.8443	4.9241	0.394	6.3675
Node ratio	18.5563	12.9728	0.4887	18.6876
Seed cotton yield/plant	17.5022	11.8205	0.4561	16.4454

Discussion

The genetic technique of heterosis commonly called hybrid vigor, has become essential for raising the yield of both self- and cross-pollinated crops. It is recognized as a ground-breaking accomplishment in the field of crop improvement. Heterosis can have a positive or negative effect depending on how much the hybrid's average value differs. The significant increase in agricultural plant yield is the primary goal of heterosis breeding. Similar results were also showed by [16] who reported that medium tall plants may be chosen for further selection in cotton and negative heterosis is useful for discourage the highest plant height. Similar results were also found by [24], [25],[26], [27] and [28] were also reported the same results in their experiment. Similar outcomes were also found by [29] who said that negative heterosis for the number of monopodia is very desired because more monopodia make the plant bushier and more resistant, which wastefully increases the amount of space the plant occupies. Therefore, it is desirable to reduce the number of monopodia. The results were also supported by [27], [28] and [30]. Similar findings was also found by [31] who stated that number of sympodial branches are the primary component which directly reflects the seed cotton yield/plant and proposed as suitable selection criteria for high yielding hybrids. Results showed similarities with the results of [32], [2] and [27]. [33] found similar results and described that number of bolls per plant is crucial yield-attributing trait and generally positively linked with seed cotton yield. This demonstrated that an increase in the number of bolls also correlates to an increase in the yield of seed cotton. Similar results were also corroborated by [28], [14], [34] and [26]. The results are supported by [35] who described that number of fruiting nodes was positively linked with seed cotton yield and fruiting bolls. Therefore, by rising the number of fruiting nodes also rise the chance of producing more fruiting bolls. Similar results were also described by [18], and [29]. The results are corroborated by [36] who reported that significant heterosis and heterobeltiosis exhibited in their experiment and ranged varies from (17.26% and 14.17%) for seed index. Similar results were also showed by [27] and [16]. [30] found similar results and reported that boll weight is an important yield attributing character and positively correlated with seed cotton yield. Boll weight was the primary contributor towards increased the heterotic effect for seed cotton yield/ plant. Similar results were also found by [37], [26] and [38] in their research. The findings are corroborated by [27] who stated that GOT % is important economic trait and considered as a secondary contributor to increase the heterotic effect toward seed cotton yield/plant. Thus, positive heterosis for GOT% was desirable and positively associated with seed cotton yield/plant. The results are corroborated by [39], [36] and [40]. Fiber strength is important fiber quality parameter and quantitatively inherited. Stronger, finer, longer and more uniform fiber is preferred by textile industry thus positive heterosis for fiber strength is desirable. Similar outcomes were also showed by [27], [17], and [41] also found same results in his experiment. Similar results were also showed by [28] who reported that micronaire value is important fiber quality trait in assessing the lint quality of cotton. Minimum micronaire value is always into consideration as it shows good fiber fineness. Therefore, negative heterosis is required for good micronaire value. Similar findings were also found [27], [39; 41], and [42]. High fiber length is stronger and finer then shorter ones thus positive heterosis for fiber length is desirable. Modernized spinning mills today require the identification hybrids with high fibre length. The results are supported by [17], [41] and [16]. The results are supported by [28] for node ratio trait.

The combination of heritability estimations and genetic advancement holds greater significance in predicting yield through phenotypic selection, as proposed by [43] and [44] as opposed to depending solely on heritability estimates. The results were similar to the previous results (Gnanasekaran et al., 2020) for plant height and boll weight. Plant height and boll weight exhibited moderate heritability estimates. These results are similar with the findings described by [45] for plant height; [46] for boll weight. The results are supported by [47] for fiber length. [48], [49], [50] and [51] estimated 33%, 62%, 68% and 47.14% heritability for fiber strength trait. The results are supported by [52], [53] and [54] studied 79%, 43% and 79.17% broad sense heritability for parameter of number of sympodial branches/plant respectively. [53] and [55] assessed 34% and 56% broad sense heritability for of number of monopodial branches/plant. The findings are supported by [46] who observed broad sense heritability 0.26 for micronaire. The results are supported by [51; 56] estimated heritability 29.5 and 19.98 for ginning outturn% . The results are similar with the results of [51] estimated heritability 36.66 for Seed cotton yield/plant. The findings are supported by [19] who reported broad sense heritability 25.58% for seed index. The results are corroborated by [57] for number of bolls and number of fruiting nodes/plant. The results are similar with the findings [56] for number of bolls/plant trait. These results align with the findings described by [58]

for node ratio. Seed cotton yield/plant were positively linked with number of bolls/plant, boll weight and sympodia/plant thus considered to the main yield contributing traits. Comparable findings also showed by [27], [36] and [39].

Conclusion

The aim of this research was to investigate heterosis and heritability analysis for seed cotton yield and yield associated components in upland cotton that can be employed in future cotton breeding programme. The parents Debel and VH-330 were found to be the most effective for cross combination for the parameters viz. plant height, boll weight and number of monopodial branches, seed cotton yield/plant, micronaire, fiber length, fiber strength, Got% and number of sympodial branches. The hybrids VH-330 × Debel, VH-330 × MS-DK and FH-444 × VH-330 exhibited significant and highest heterotic effects for yield and yield associated parameters and fiber quality parameter. The estimates of broad sense heritability exposed that moderate heritability was observed between all traits. These hybrids can be utilized for exploitation of yield and fiber quality parameters in future breeding programmes.

References:

1. Isong, A., Balu, A., Isong, C., & Bamishaiye, E. (2019). Estimation of heterosis and combining ability in interspecific cotton hybrids. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 10(2), 827-837. <https://doi.org/10.5958/0975-928X.2019.00110.8>
2. Chakholoma, M., Nimbale, S., Sangwan, O., Mor, V., & Jain, A. (2021). Studies on economic heterosis for yield and fibre quality traits in American cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Cotton Research and Development*, 35(2), 185-192.
3. Khan, A. M., Khan, A. A., Azhar, M. T., Amrao, L., & Cheema, H. M. N. (2016). Comparative analysis of resistance gene analogues encoding NBS-LRR domains in cotton. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(2), 530-538. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7120>
4. Farooq, A., Shakeel, A., Saeed, A., Farooq, J., Rizwan, M., Chattha, W. S., Sarwar, G., & Ramzan, Y. (2023). Genetic variability predicting breeding potential of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for high temperature tolerance. *Journal of Cotton Research*, 6(1), 1-17. <https://doi.org/10.1186/s42397-023-00144-z>
5. Bilwal, B., Vadodariya, K., Lahane, G., & Rajkumar, B. (2018). Heterosis study for seed cotton yield and its yield attributing traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 1963-1967.
6. Rizwan, M., Farooq, J., Farooq, M., Sarwar, A., Ali, A., Ilahi, F., Asif, M., & Sarwar, G. (2021). Quantitative Studies in Upland Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using Multivariate Techniques. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 34(1).
7. Gohil, S., Parmar, M., & Chaudhari, D. (2017). Study of heterosis in interspecific hybrids of cotton (*Gossypium hirsutum* L. x *Gossypium barbadense* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(4), 804-810.
8. Masood, S. A., Rehman, H. U., Yasin, M., Ali, M., Ahmad, S., Salman, S., & Ali, Q. (2019). Genetics of fiber quality, oil content, seed-cotton yield and its allied traits in cotton: A review. *Genetics*, 4(3).
9. Khan, N., Han, Y., Xing, F., Feng, L., Wang, Z., Wang, G., Yang, B., Fan, Z., Lei, Y., & Xiong, S. (2019). Plant density influences reproductive growth, lint yield and boll spatial distribution of cotton. *Agronomy*, 10(1), 14. <https://doi.org/10.3390/agronomy10010014>.
10. Vavdiya, P., Chovatia, V., Madariya, R., Mehta, D., & Solanki, H. (2019). Heterosis studies for seed cotton yield and its components over environments in cotton. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(2), 2049-2053.
11. Hasan, I., Rasul, S., Malik, T. H., Qureshi, M. K., Aslam, K., Shabir, G., & Manzoor, H. (2019). Present status of cotton leaf curl virus disease (CLCUVD): A major threat to cotton production. *International Journal of Cotton Research and Technology*, 1(1), 1-13. <https://doi.org/10.33865/IJCRT.001.01.0240>
12. Khokhar, E. S., Shakeel, A., Maqbool, M. A., Abuzar, M. K., Zareen, S., Syeda, S. A., & Asadullah, M. (2018). Studying combining ability and heterosis in different cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes for yield and yield contributing traits. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 31(1).
13. Ullah, K., Khan, M. I., Mahmood, Z., Iqbal, T., Muhammad, S., Haq, H. A., Ahmad, A., & Hussain, S. (2017). Response of yield and related attributes of upland cotton to weather variables. *American Journal of Plant Sciences*, 8(07), 1711. <https://doi.org/10.4236/ajps.2017.87118>
14. Richika, R., Rajeswari, S., Premalatha, N., & Thirukumaran, K. (2021). Heterosis and combining ability analysis for yield contributing traits and fibre quality traits in interspecific cotton hybrids (*Gossypium hirsutum* L. x *Gossypium barbadense* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 12(3), 934-940.

15. Pheirim, R., Niyaria, R., & Singh, P. K. (2017). Heterosis prediction through molecular markers. *Rising A j. Res*, 1(1), 45-50.
16. Baloch, A., Solangi, A., Baloch, M., Baloch, G., & Abro, S. (2015). Estimation of heterosis and heterobeltiosis for yield and fiber traits in F1 hybrids of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genotypes. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 31(2), 221-228.
17. Aydın, Ü., ÖZBEK, N., & Cinar, V. M. (2019). Line x tester analysis for yield and fiber quality in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 24(2), 215-220. <https://doi.org/10.17557/tjfc.509134>
18. Monicashree, C., Balu, P. A., & Gunasekaran, M. (2017). Combining ability and heterosis studies on yield and fibre quality traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*, 6(8), 912-927. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.608.113>
19. FaizaNizamani, M. J. B., Baloch, A. W., Buriro, M., Nizamani, G. S., Nizamani, M. R., & Baloch, I. A. (2017). Genetic distance, heritability and correlation analysis for yield and fibre quality traits in upland cotton genotypes. *Pakistan Journal of Biotechnology*, 14(1), 29-36.
20. d Steel, R. G., & Torrie, J. H. (1986). *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. McGraw-Hill New York, NY, USA.
21. Falconer, D. S. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. Pearson Education India.
22. Singh, R. K., & Chaudhary, B. D. (1977). Biometrical methods in quantitative genetic analysis. *Biometrical methods in quantitative genetic analysis*.
23. Wynne, J., Emery, D., & Rice, P. (1970). Combining ability estimates in *Arachis hypogaea* L. II. field performance of F1 hybrids 1. *Crop Science*, 10(6), 713-715.
24. Nirania, K., Kumar, A., & Pundir, S. (2017). Heterosis studies for seed cotton yield and other traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 6(6), 583-586.
25. Zapadiya, V., Valu, M., Madariya, R., & Katara, D. (2018). Estimation of heterobeltiosis and standard heterosis for seed cotton yield and its component traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(5), 2167-2172.
26. Naik, K. S., Satish, Y., & Babu, D. P. (2020). Studies on heterosis for yield and yield attributing traits in American cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Int. J. Chem. Stud*, 8(1), 2064-2068. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i1ae.8568>
27. Udaya, V., Saritha, H., & Patil, R. S. (2023). Heterosis studies for seed cotton yield and fibre quality traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Indian journal of agricultural research*, 57(2), 150-154.
28. Monicashree, C., Amala Balu, P., & Gunasekaran, M. (2017). Heterosis studies for yield and fibre quality traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Int. J. Pure App. Biosci*, 5(3), 169-186.
29. Kencharaddi, H., Hanchinal, R., Patil, S., Manjula, S., Pranesh, K., & Rajeev, S. (2015). Studies on heterosis in inter heterotic group derived cotton hybrids for lint yield and its components. *Plant archives*, 15(1), 323-333.
30. Rani, S., Chapara, M., & Satish, Y. (2020). Heterosis for seed cotton yield and yield contributing traits cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *International journal of chemical studies*, 8, 2496-2500. <https://doi.org/10.22271/chemi.2020.v8.i3aj.9581>
31. Saifullah, A., Sawan, L., Deho, Z., & Manjh, M. (2014). To estimates heterosis and heterobeltiosis of yield and quality traits in upland cotton. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 4(6), 19-22.
32. Ranganatha, H., Patil, S., Manjula, S., & Patil, B. (2013). Studies on heterosis in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) for seed cotton yield and its components. *Asian Journal of Bio Science*, 8(1), 82-85.
33. Solanki, H., Mehta, D., & Valu, V. R. M. (2014). Heterosis for seed cotton yield and its contributing characters in cotton (*Gossypiumhirsutum*L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 5(1), 124-130.
34. Vineela, N., Murthy, J., Ramakumar, P., & Kumari, S. (2013). Heterosis for morpho physiological studies in cotton. *J. Nat. Sci*, 1(2), 53-64.
35. Munir, S., Hussain, S., Manzoor, H., Quereshi, M., Zubair, M., Nouman, W., Shehzad, A., Rasul, S., & Manzoor, S. (2016). Heterosis and correlation in interspecific and intraspecific hybrids of cotton. *Genet. Mol. Res*, 15(10.4238). <https://doi.org/10.4238/gmr.15028083>
36. Soomro, A. W., Panhwar, F. H., Channa, A. R., Ahsan, M. Z., Majidano, M. S., & Sial, K. B. (2016). Study of heterosis and heterobeltiosis in upland cotton. *Int. J. Biol. Biotech*, 13(1), 111-114.
37. Mastungi, S., & Ansari, B. (2015). Heterosis manifestation leading to hybrid development in upland cotton. *Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences*, 31(2), 240-248.
38. Patel, N., Patil, S., Patel, S., & Jadhav, B. (2015). Estimation of heterosis for seed cotton yield and its component characters in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Trends in Biosciences*, 8(4), 925-928.
39. Srinivas, B., & Bhadr, D. (2015). Heterosis studies for yield and fiber quality traits in intra hirsutum hybrids of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Agricultural Science Digest-A Research Journal*, 35(4), 295-299.

40. Tigga, A., Patil, S., Edke, V., Roy, U., & Kumar, A. (2017). Heterosis and inbreeding depression for seed cotton yield and yield attributing traits in intrahirsutum (G. hirsutum L. X G. hirsutum L.) hybrids of cotton. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(10), 2883-2887. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.610.339>
41. Usharani, K., Vindhiyavarman, P., Balu, P. A., & Boopathi, N. (2015). Heterosis studies for fibre quality traits in diallel crosses of upland cotton (Gossypium hirsutum L.). *The Bioscan*, 10(2), 793-799.
42. KAIPU, B. R. (2015). Heterosis for seed cotton yield and quality traits in cotton (Gossypium hirsutum L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 6(4), 1124-1131.
43. Johnson, H. W., Robinson, H., & Comstock, R. (1955). Estimates of genetic and environmental variability in soybeans 1. *Agronomy journal*, 47(7), 314-318.
44. Swarup, V., & Chaugle, B. (1962). Studies on genetic variability in sorghum. Phenotypic variation and heritable component in some quantitative characters contributing towards yield. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 22, 31-36.
45. Sunayana, R., Sangwan, S., & Nimbal, S. (2017). Studies on association, path analysis and genetic parameters for seed cotton yield and it's contributing characters in desi cotton (Gossypium arboreum L.). *Int J Curr Microbiol Appl Sci*, 6(11), 104-111.
46. Reddy, R. Y., & Sarma, A. (2014). Genetic variability for yield components and fibre characters in cotton (Gossypium arboreum L.). *Plant archives*, 14(1), 417-419.
47. Nawaz, B., Sattar, S., & Malik, T. A. (2019). Genetic analysis of yield components and fiber quality parameters in upland cotton. *International Multidisciplinary Research Journal*, 9(9), 13-19.
48. Desalegn, Z., Ratanadilok, N., & Kaveeta, R. (2009). Correlation and heritability for yield and fiber quality parameters of Ethiopian cotton (Gossypium hirsutum L.) estimated from 15 (diallel) crosses. *Agriculture and Natural Resources*, 43(1), 1-11.
49. Shahzad, M. T., Ijaz, F., Khan, O., Saleem, B., & Hassan, U. (2015). Correlation, Path Analysis & Heritability Among Some Yield and Fibre Related Traits of Gossypium hirsutum L. *Cotton Genomics and Genetics*, 6. <https://doi.org/10.5376/cgg.2015.06.0004>
50. Khokhar, E. S., Shakeel, A., Maqbool, M. A., Anwar, M. W., Tanveer, Z., & Irfan, M. F. (2017). Genetic study of cotton (Gossypium hirsutum L.) genotypes for different agronomic, yield and quality traits. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 30(4).
51. Komala, M., Ganesan, N. M., & Kumar, M. (2018). Genetic variability, heritability and correlation analysis in F2 populations of ratoon upland cotton hybrids. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, 11(6), 815-827. <https://doi.org/10.30954/0974-1712.12.2018.2>
52. Joshi, H., Chovatia, P., & Mehta, D. (2006). Genetic variability, character association and component analysis in upland cotton. *Indian journal of agricultural research*, 40(4), 302-305.
53. Farooq, J., Anwar, M., Riaz, M., Farooq, A., Mahmood, A., Shahid, M., Rafiq, M., & Ilahi, F. (2014). Correlation and path coefficient analysis of earliness, fiber quality and yield contributing traits in cotton (Gossypium hirsutum L.). *JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences*, 24(3).
54. Baloch, M., Baloch, A., Baloch, M., Mallano, I., Baloch, A., Baloch, N., & Abro, S. (2015). Association and heritability analysis for yield and fiber traits in promising genotypes of cotton (Gossypium hirsutum L.). *Sindh University Research Journal-SURJ (Science Series)*, 47(2).
55. Vineela, N., Samba Murthy, J., Ramakumar, P., & Ratna, K. (2013). Variability studies for physio morphological and yield components traits in American cotton (Gossypium hirsutum L.). *J. Agric. Vet. Sci*, 4(3), 7-10.
56. Jarwar, A. H., Wang, X., Wang, L., Ma, Q., & Fan, S. (2018). Genetic advancement, variability and heritability in upland cotton (Gossypium hirsutum L.). *J Envir Agric Sci*, 6, 24-31.
57. Dhamayanathi, K., Manickam, S., & Rathinavel, K. (2010). Genetic variability studies in Gossypium barbadense L. genotypes for seed cotton yield and its yield components. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 1(4), 961-965.
58. Dhivya, R., Amalabalu, P., Pushpa, R., & Kavithamani, D. (2014). Variability, heritability and genetic advance in upland cotton (Gossypium hirsutum L.). *African Journal of Plant Science*, 8(1), 1-5. <https://doi.org/10.5897/AJPS2013.1099>



BinBee
ARI VE DOĞAL ÜRÜNLER DERGİSİ

CRIMEAN-CONGO HEMORRHAGIC FEVER (CCHF)

Sadettin ÇELİK^{1*}

Article info

Received: 06.19.2025
Accepted: 06.25.2025

Article type: Letter to editor

Keywords:

KKKA, Hyalomma marginatum, *Nairovirus*, Ixodidae

Abstract

Crimean-Congo Hemorrhagic Fever (CCHF) is a severe and often fatal viral infection caused by a virus belonging to the *Nairovirus* genus and transmitted by the *Hyalomma marginatum* tick. First identified in Crimea in 1944, the disease was reported in Turkey in 2002 in Tokat province. *Hyalomma marginatum*, a member of the Ixodidae family, is most active between April and October. The primary modes of transmission include tick bites, contact with the blood and bodily fluids of infected animals, and human-to-human transmission. In Turkey, the highest incidence rates are observed in the northern regions of Central and Eastern Anatolia and in the Central Black Sea region, with Sivas, Çorum, Tokat, and Amasya provinces being most affected. The disease has a case fatality rate of 10-40%, and the incubation period typically ranges from 1 to 3 days. Early diagnosis and proper tick removal techniques are critical to reducing mortality. Preventive measures include the use of protective clothing, body inspections, sterilization of animal shelters, and public awareness campaigns. This study aims to provide a comprehensive overview of CCHF epidemiology, transmission pathways, and prevention strategies to raise public health awareness.

Citation: Çelik (2025). CRIMEAN-CONGO HEMORRHAGIC FEVER (CCHF). Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP), 5(1), 50-54.

KIRIM KONGO KANAMALI ATEŞİ (KKKA)

Makale bilgileri

Geliş Tarihi: 19.06.2025
Kabul Tarihi: 25.06.2025

Makale türü: Editöre mektup

Anahtar kelimeler

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), *Hyalomma marginatum*, *Nairovirus*, Ixodidae

Özet

Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), *Nairovirus* cinsine ait bir virüsün neden olduğu, *Hyalomma marginatum* kenesiyle bulaşan ciddi ve ölümcül viral bir enfeksiyondur. İlk kez 1944 yılında Batı Kırım'da tanımlanan bu hastalık, Türkiye'de ise 2002 yılında Tokat ilinde görülmüştür. *Hyalomma marginatum*, Ixodidae familyasına ait olup özellikle Nisan-Ekim ayları arasında aktiftir. Enfeksiyonun bulaşma yolları arasında kene ısırığı, enfekte hayvanların kanı ve vücut sıvılarıyla temas ile insandan insana geçiş yer alır. Türkiye'de en yoğun vaka görülen bölgeler İç Anadolu'nun kuzeyi, Doğu Anadolu'nun kuzeyi ve Orta Karadeniz olup, Sivas, Çorum, Tokat ve Amasya illeri öne çıkmaktadır. Hastalık %10-40 oranında ölümcül seyredebilir ve inkübasyon süresi genellikle 1-3 gün arasında değişir. Erken teşhis ve doğru kene çıkarma teknikleri hayati önem taşır. Koruyucu önlemler arasında uygun giysi kullanımı, vücut kontrolü, hayvan barınaklarının sterilizasyonu ve halkın bilinçlendirilmesi yer almaktadır. Bu çalışma, KKKA'nın epidemiyolojisini, bulaşma yollarını ve korunma stratejilerini kapsamlı şekilde ele alarak halk sağlığı açısından farkındalık oluşturmaya amaçlamaktadır.

Atf: Çelik (2025). KIRIM KONGO KANAMALI ATEŞİ (KKKA). Journal of BinBee - Apicultural and Natural Products (JBANP), 5(1), 50-54.

¹ * corresponding author, Sadettin ÇELİK, Bingöl University, Genç Vocational School, Forestry Department, Bingöl, Türkiye, sadettincelik@bingol.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0588-1391

Sayın Editör;

Bu hastalığa Hyalomma (*Hyalomma marginatum*) kenesi neden olmaktadır[1]. Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), *Nairovirus* cinsine ait bir virüsün neden olduğu, kene kaynaklı bir viral enfeksiyondur [2]. Bu kenenin neden olduğu vaka ilk olarak Batı Kırım'da 1944 yılında rastlanmıştır [3]. Türkiye'de ise ilk kez 2002 yılında Tokat'ta, Mayıs (Anonim, 2025a) ayında rastlanılmıştır [1]. Hatta Almanya'da bu Hyalomma kenesinin yaşadığı alanların haritası çıkartılıp, basın ve yayın yoluyla Alman halkı bilinçdirilmektedir. Hyalomma kenesi, Ixodidae familyasına ait bir kene cinsidir. Toplamda 8 ayağı vardır. Ön ayakları ile insan bedenine yapışarak kafa tarafından dikey bir dalış yaparak insan bedenine girer [4,5]



Şekil 1. Kırım Kongo Kanamalı Ateşi hastalığına neden olan kene (Kaynak: Andrea Schnartendorff/Robert Koch-Institut)

Hyalomma marginatum veya Akdeniz Hyalomma kenesi (Hastalığa neden olan tür), Hyalomma cinsinin 27 türünden birisidir [4]. Bu kenenin erginleri Mart ayından itibaren aktif hale gelir, Nisan ve Mayıs aylarında zirve (Pik) yapar, ancak Eylül-Ekime kadar aktif olabileceği göz önünde bulundurularak bu ayların sonuna kadar tedbiri elden bırakmamakta fayda vardır.



Şekil 2. Kırım Kongo Kanamalı Ateşi hastalığına neden olan kene (Kaynak: European Centre for Disease Prevention and Control)

Keklik ve sülün gibi kanatlılar bu kene türünün doğal düşmanlarıdır. Bu kene cinsinin 27 türü bulunmasının yanında bunlardan sadece bir türü bu hastalık virüsünü taşıdığı bilinmektedir. Dolayısıyla Vücuda yapışan her kene bu ateşli hastalığı virüsünü taşıyan kene olduğu düşünüp panik yapmamak lazım, ancak bu zehirli kene olabileceği hesaba katılarak tedbirli davranılması hayati önem taşımaktadır.



Şekil 3. Kırım Kongo Kanamalı Ateşi hastalığına neden olan kene [6]

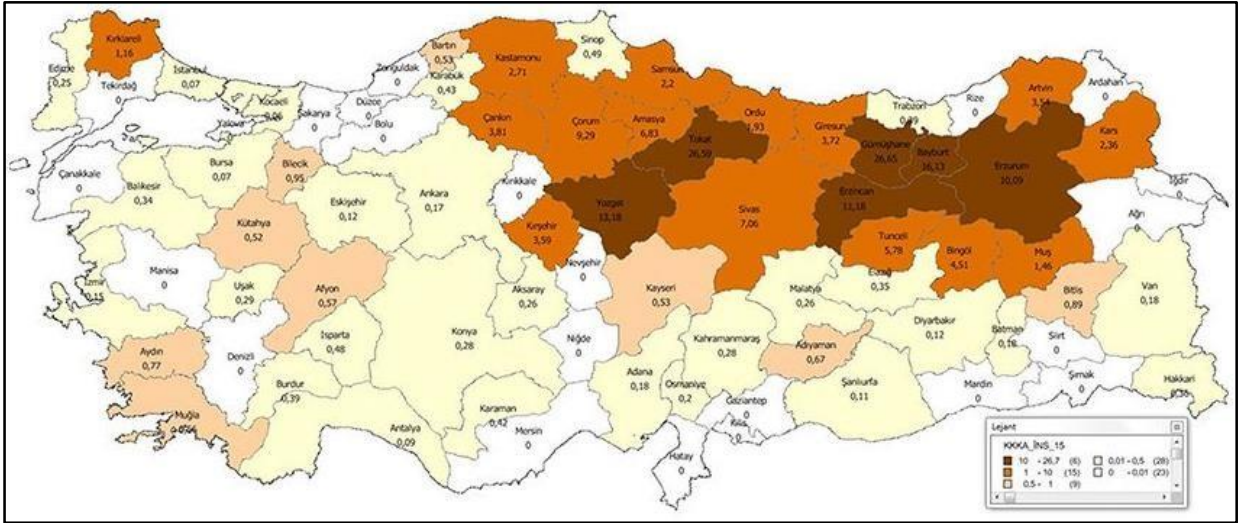
KKKA kenésinin insan bedenine tutunduktan sonra inkübasyon süresi (Vücuda girmesinden ilk hastalık belirtilerinin görülmesine kadar geçen süre) 1-3 gün arasında değişmekle beraber, maksimum 9-10 olabilmektedir. Dolayısıyla keneye tutunan kişi, kene çıkartıldıktan sonra bile en az 10 gün boyunca sağlık kuruluşlarında tedbir takibini yapması önerilmektedir [2].

BULAŞMA YOLLARI

Çoğu defa ölüm korkusu ölüme sebebiyet verebilir. Yukarıda belirtildiği gibi bu kene cinsinin 27 türünden sadece bir tanesi KKKA hastalığı virüsünü taşıdığından, her kenenin zehirli olmayacağı ihtimalini göz önünde bulundurarak keneye yakalanan kişi sakın durmalı, panik yapmamalıdır. Kenenin ısırığı, vücuda teması, enfekte hayvanlarla temas (Kan, vücut sıvıları veya dokuları), insandan insana bulaşma bu ateşli hastalık Virüsünün bulaşma yollarının en yaygın olanlarıdır. Bu durumda sağlık çalışanları, hasta yakınları, hayvancılıkla uğraşanlar, kasaplar ve veteriner hekimleri yüksek risk altında olan kişilerdir. KKKA, hızlı seyir eden ölümcül viral bir hastalıktır ve ölüm oranı %10-40 arasında değişmektedir [2].

KENENİN TÜRKİYE'DE EN YOĞUN GÖRÜLDÜĞÜ COĞRAFİ BÖLGELER

Türkiye'de kenenin en fazla görüldüğü bölgeler İç Anadolu'nun kuzeyi, Doğu Anadolu'nun Kuzeyi ve Orta Karadeniz'dir. İl bazında ise en fazla vakaların görüldüğü Sivas, Çorum, Tokat, Amasya illeri olmakla beraber Kahramanmaraş, Bingöl gibi diğer illerde de görülmektedir. Ülkemizde en yaygın görüldüğü aylar, Nisan, Mayıs, Haziran ve Temmuz aylarıdır [2].



Şekil 4. Türkiye'deki kene riskinin en fazla olduğu iller (kaynak: EKMUD derneği, Prof. Dr. İftihar Köksal)

KENENİN BULAŞMASINI ÖNLEME

- Orman, çalılık, hayvan barınakları gibi kene olma ihtimalinin yüksek olan yerlerde kapalı ayakkabılar yanında, uzun ve açık renkli gömlek ve pantolonların giyilmesi ve pantolon paçalarının çorapların içine sokulması gerekir.
- Mesire alanları, bağ, bahçe, sera, orman alanları, tarım alanları vb. yerlerden dönerken, mutlaka soyunup kenenin yapışma ihtimali yüksek olan kulak arkası, koltuk altı, kasık, diz arkası kesinlikle kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu gibi yerler kenelerin gizlenmeyi tercih ettikleri yerlerdir.
- Kene vücuda yapıştığında yaygın olarak bilinen yanlışlar olan kolonya dökme, ateş veya gaz yağı ile yakma gibi yollar kesinlikle denenmemesi gerekir. Aksi takdirde canı yanan kene zehrini kusacaktır ve kurbanının ölmesine yol açacaktır.
- Kene bulaşması olayı meydana geldiğinde kene vücuttan ne kadar erken çıkarılırsa tehlike o kadar az olacaktır ancak burada yanlış bir uygulama kenezedenin hatta keneye dokunan kişinin de hayatını kaybetmesine yol açacaktır. Sivas'ta eşine kene tutunan bir kişinin bilinçsiz müdahalesi kenenin vücut bütünlüğünü bozulmasına yol açtığı için kene kanı kendisine bulaştırmış ve müdahale eden kişinin ölmesine sebebiyet vermiştir. Ancak bir mucize yaşanarak keneye yakalanan kişi ölmemiştir.

- KKKA hastalığına neden olan kenenin belirtileri vakanın gerçekleşmesinden itibaren 10 gündür ve bu süre içinde halsizlik, iştahsızlık, bulantı, kusma, şiddetli baş ağrısı, kas ağrısı ve yüksek ateş gibi, bunlardan hepsi veya bir kaçının görülmesi durumunda da mutlaka en yakın sağlık kuruluşuna gidilmesi gerekmektedir (Anonim, 2025b).
- Pikniğe veya ormanlığa gidildiğinde yere oturulmaması, yere beyaz renkli bir örtü serilerek üzerinde oturulması tehlikeyi azaltacaktır.
- Koruyucu hekimlikte olduğu gibi en iyi yöntem ise bu kenenin tanınması, bulaşma riskinin olduğunu ayların, iklimin ve bölgelerin belirlenmesi ve ona göre tedbirlerin alınmasıdır. Bunun için basın ve yayın yollarıyla kenenin tanınmasının sağlanması gerekir.
- Hayvan barınaklarının sürekli sterilize edilmesi, hayvancılıkla uğraşanlar, veteriner hekimleri ve kasapların koruyucu eldiven kullanmaları gerekmektedir.
- Keneye tutunma ihtimalinin yüksek olan alanlarda kenenin resminin net bir şekilde görüleceği uyarı levhalarının konulması gerekmektedir. Alınan bütün tedbirlere rağmen yine de keneye tutunma meydana gelmişse aşağıda kene çıkarma teknikleri belirtilmiştir.

KENE ÇIKARMA TEKNİKLERİ

- Kene yeni vücuda yapıştı ve vücuda giriş yapmaya çalışıyorsa doğrudan kene ile elle temas etmeden kenenin çıkartılmasının denemesi ilerde oluşabilecek ölümcül riskleri bertaraf edebilir. Ancak bu çok risklidir. Keneyi çıkartmak için karından tutulduğunda canı yanar ve zehrini kusar veya kene çıkmamak için direndiği için kene ezilir ve kan bulaşır. Her iki olayda da ölümlü vaka örnekleri vardır. Bu kenenin baş kısmı sert abdomen (Karın) kısmı yumuşaktır. Dolayısıyla bu kene vücuda girdiğinde veya kafası girdiğinde kesinlikle hiç kene ile temas etmeden en yakın sağlık birimine gidilmesi gerekir. Halk sağlığı yetkilisinin de kenenin baş kısmındaki sert yerlerden bir pens yardımıyla tutup canını yakmadan çıkartması gerekir. Keneyi çıkardıktan sonra ellerin sabunla yıkanması ve kenenin yapıştığı bölgenin antiseptik bir solüsyonla temizlenmesi gerekmektedir. Halk sağlık merkezlerindeki herkesin de keneyi doğru çıkartamayacağı göz önünde bulundurularak, bu konuda eğitim almış sağlık personelleri tarafından çıkartılması hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] Anonim, 2025a. https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C4%B1r%C4%B1mKongo_kanamal%C4%B1_ate%C5%9Fi#cite_note-1 (Erişim: 18.06.2025).
- [2] Hoogstraal H., The epidemiology of tick-borne Crimean/Congo hemorrhagic fever in Asia, Europe, and Africa, *J Med Entomol*, 1979; 15: 307-417.
- [3] Anonim, 2025b. <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/zoonotik-ve-vektorel-hastaliklar/kkka.html> (Erişim:19.06.2025; Saat:12:03)
- [4] Anonim, 2025c <https://tr.wikipedia.org/wiki/Hyalomma> (Erişim: 18.06.2025).
- [5] Anonim, 2025d. [https://www.ecdc.europa.eu/en/crimean-congo-haemorrhagic-fever#:~:text=Crimean%2DCongo%20haemorrhagic%20fever%20\(CCHF,2%2D7%20days%20of%20infection](https://www.ecdc.europa.eu/en/crimean-congo-haemorrhagic-fever#:~:text=Crimean%2DCongo%20haemorrhagic%20fever%20(CCHF,2%2D7%20days%20of%20infection) (Erişim: 18.06.2025).
- [6] Mediannikov, O., Fenollar, F., Socolovschi, C., Diatta, G., Bassene, H., Molez, J. F., ... & Raoult, D. (2010). *Coxiella burnetii* in humans and ticks in rural Senegal. *PLoS neglected tropical diseases*, 4(4), e654.