



TÜRKİYE CUMHURİYETİ'NİN YÜZÜNCÜ YILI

UTAK 2023

6th International Agriculture Congress



PROCEEDINGS BOOK

31 AUGUST – 4 SEPTEMBER 2023

KOSOVO/PRIZREN



6th International Agricultural Congress

31 August – 4 September 2023

<https://www.utak.azimder.org.tr>

Editors

Asst. Prof. Dr. Levent KIRCA

Asst. Prof. Dr. Tuba BAK

Asst. Prof. Dr. Rıdvan UÇAR



6th International Agricultural Congress

31 August – 4 September 2023

<https://www.utak.azimder.org.tr>

The contents of this Proceedings Book are solely those of the authors.

© All rights reserved.

E-printed in October 2023

ISBN 978-625-98935-0-1

Cover Design: Levent KIRCA

No part of this book may be reprinted or reproduced or utilized in any form or by any electronic, mechanical or any other means, now known or hereafter invented, including photocopying and recording, or in any form of information storage or retrieval systems, without permission from the publishers.

Web: <https://utak.azimder.org.tr>

Contact: utakcongress@gmail.com



6th International Agricultural Congress

31 August – 4 September 2023

<https://www.utak.azimder.org.tr>

Değerli Bilim insanları ve araştırmacılar,

Gönül ve kültür coğrafyamızın önemli merkezlerinden biri olan Prizren / Kosova'da Pamukkale Üniversitesi öncülüğü ve Prizren Ukshin Hoti Üniversitesi'nin ev sahipliğinde, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Yozgat Bozok Üniversitesi ve Moldova Komrat Devlet Üniversitesi işbirliği ile 31 Ağustos-4 Eylül 2023'de gerçekleştirdiğimiz VI. Uluslararası Tarım Kongresi'ne verdiğiniz desteklerle kongre bildiri özetleri kitapçığı hazırlanmış ve kongre web sayfasında online olarak yayınlanmıştır. Aramızda bulunarak kongremize vermiş olduğunuz destekten dolayı teşekkürlerimizi sunarız.

Prof. Dr. Turan KARADENİZ

Kongre Başkanı



6th International Agricultural Congress

31 August – 4 September 2023

<https://www.utak.azimder.org.tr>

Organization Committee

Prof. Dr. Turan KARADENİZ

Prof. Dr. Yavuz GÜRBÜZ

Prof. Dr. Fatih KILLI

Prof. Dr. Kazım MAVİ

Assoc. Prof. Dr. Albana PLAKIQI-MILAIMI

Asst. Prof. Dr. Levent KIRCA

Asst. Prof. Dr. Tuba BAK

Asst. Prof. Dr. Berna DOĞRU ÇOKRAN

Asst. Prof. Dr. Muharrem ARSLAN

Asst. Prof. Dr. Tahsin BEYÇİOĞLU

Asst. Prof. Dr. Rıdvan UÇAR

Asst. Prof. Dr. Tansu USKUTOĞLU

Asst. Prof. Dr. Emrah GÜLER

Asst. Prof. Dr. Mehmet Akif ÖZCAN

Res Asst. Derya KILIÇ

Lecturer Dr. Alper Talha KARADENİZ



6th International Agricultural Congress

31 August – 4 September 2023

<https://www.utak.azimder.org.tr>

Scientific Committee

- | | |
|---|---|
| Prof. Dr. Muharrem ÖZCAN (Türkiye) | Prof. Dr. Abdullah ÖKSÜZ (Türkiye) |
| Prof. Dr. Bekir Erol AK (Türkiye) | Prof. Dr. Nicolae TARAN (Moldova) |
| Prof. Dr. Maria Luisa BADENES (Spain) | Prof. Dr. Kourush VAHDATI (Iran) |
| Prof. Dr. Valerian BALAN (Moldova) | Prof. Dr. Göksel ÖZER (Türkiye) |
| Prof. Dr. Rahmi TÜRK (Türkiye) | Prof. Dr. Ahmet AYGÜN (Türkiye) |
| Prof. Dr. Yaşar KARADAĞ (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Ekrem GJOKAJ (Kosova) |
| Prof. Dr. Mehmet Atilla AŞKIN (Cyprus) | Assoc. Prof. Dr. Faruk BOJAXHI (Kosova) |
| Prof. Dr. Safder BAYAZİT (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Nol KRASNIQI (Kosova) |
| Prof. Dr. İbrahim BAKTIR (Cyprus) | Assoc. Prof. Dr. Ömer Süha USLU (Türkiye) |
| Prof. Dr. Patrik BURG (Czech Republic) | Assoc. Prof. Dr. Gülsüm YALDIZ (Türkiye) |
| Prof. Dr. Osman ÇETİNKAYA (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Igor IANAK (Moldova) |
| Prof. Dr. Oğuzhan ÇALIŞKAN (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Oğuz PARLAKAY (Türkiye) |
| Prof. Dr. Duran KARAKAŞ (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Ali Rahmi KAYA (Türkiye) |
| Prof. Dr. Ferhat MURADOĞLU (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Haroon KHAN (Pakistan) |
| Prof. Dr. Kağan KÖKTEN (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Nezih OKUR (Türkiye) |
| Prof. Dr. Lütfi PIRLAK (Türkiye) | Assoc. Prof. Dr. Osman GEDİK (Türkiye) |
| Prof. Dr. Halil Güner SEFEROĞLU (Türkiye) | Asst. Prof. Dr. Fulya UZUNOĞLU (Türkiye) |
| Prof. Dr. Zeynel DALKILIÇ (Türkiye) | Asst. Prof. Dr. Hayri SAĞLAM (Türkiye) |
| Prof. Dr. Taşpolat RACABOV (Uzbekistan) | Asst. Prof. Dr. Kemal ÇELİK (Türkiye) |
| Prof. Dr. Cafer GENÇOĞLAN (Türkiye) | Asst. Prof. Dr. Mehmet Akif ÖZCAN (Türkiye) |
| Prof. Dr. Erdal Necip YARDIM (Türkiye) | Asst. Prof. Dr. Mustafa DİDİN (Türkiye) |
| Prof. Dr. Anar HATAMOV (Azerbaijan) | Asst. Prof. Dr. HÜSEYİN ÇAYAN (Türkiye) |
| Prof. Dr. Fatih ŞEN (Türkiye) | Dr. Yılmaz BOZ (Türkiye) |
| Prof. Dr. Kenan Sinan DAYISOYLU (Türkiye) | Dr. Azhar Hussain NAQVI (Pakistan) |
| Prof. Dr. Ahmet Erhan ÖZDEMİR (Türkiye) | Dr. Merce ROVIRA (Spain) |
| Prof. Dr. Shawn MEHLENBACHER (USA) | Dr. Andrey SHTRIBU (Ukraine) |
| Prof. Dr. Önder TURKMEN (Türkiye) | Dr. Tatajana KOKAJ (Albania) |
| Prof. Dr. Koray ÖZRENK (Türkiye) | Dr. Gülay BEŞİRLİ (Türkiye) |

Content

Determination of Stink Bugs Damage Rate on Kernels in Eastern Marmara Hazelnut Orchards of Türkiye -----	9
Ismail Oguz OZDEMİR -----	9
Farklı Pamuk Genotiplerinin (<i>Gossypium Spp.</i>) Mote Oluşturma Potansiyeli Yönünden Değerlendirilmesi -----	13
Fatih KILLI, Tahsin BEYÇİOĞLU, Nedim GÜLFİDAN -----	13
Leonardit, Gıda ve Kompostun Amonyum (NH₄) Sorpsiyon Kapasitesinin Belirlenmesi -----	25
Kübra DİŞKAYA, Kadir SALTALI -----	25
Bezelye Islahında Diallel Melezleme Tekniği -----	34
Duygu USKUTOĞLU, Leyla İDİKUT -----	34
The Method Used to Determine the Leaf Area of Sweet Cherry Trees -----	41
Valerian BALAN, Vasile SARBAN, Corneliu BUZA, Dumitru TALPALARU, Stanislav RUSSU -----	41
Soya Fasulyesi Bitkisinin Türkiye’ de Üretim Potansiyeli ve Üretimde Karşılaşılan Sorunlar -----	47
Ali Rahmi Kaya Tahsin BEYÇİOĞLU -----	47
Türkiye’nin Son Yıllardaki Yemelik Tane Baklagil Üretim Durumu -----	57
Rıdvan UÇAR-----	57
Current Developments of Gynogenesis Studies in Onion (<i>Allium cepa</i> L.) in Türkiye -----	65
Faika YARALI KARAKAN, Merve Arefe YİĞİT, Berna ERGUN ÇETİN, Emrullah GÜLDEMİR, Ergün DOĞANGÜZEL, Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU -----	65
Parthenogenetic Embryo Induction in Different Zucchini Genotypes by Irradiated Pollen Technique -----	75
Merve YİĞİT, Hanımşah TUNALI, Tuğba Zeynep ÇARDAK, Fatma Nur ALTINDAĞ, Emre ŞEKER, Ergün DOĞANGÜZEL, Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU -----	75
Determination of CMV, ZYMV and Powder Mildew Resistance of Some Pickled Cucumber Backcrossed Populations via Molecular Markers -----	81
Hasan PINAR, Hulya ERARSLAN and Nedim MUTLU -----	81
Torfun, Doğal Yem Katkı Maddesi Olarak Etkinliği ve Kanatlı Hayvan Besleme Kullanımı -----	85
Yavuz GÜRBÜZ -----	85
The Influence of Environmental Conditions on Grape Leaf Parameters and Productivity of the Wine Variety Viorica of Moldovan Selection -----	95
Ana GRIBCOVA, Serghei KISILI, Alvina CEBAN, Angela DUMITRAS -----	95
Diyarbakır İli Toprak ve Su Kirliliğinin Potansiyel Durumu -----	100
Mehmet Can DİKİCİ, Koray ÖZRENK -----	100
Morphologic Value of Fenotypic And Genotypic Persimmon in Albania Country -----	110
Tatjana Kokaj -----	110

Onarıcı Tarım ve Uygulama Yöntemleri -----	115
Tahsin BEYÇİOĞLU Fatih KILLI -----	115
Ülkemiz Tahıl Üretim Verilerinin İrdelenmesi;2010-2022 Yılları Örneği -----	121
Rıdvan UÇAR-----	121
Kahramanmaraş Şartlarında Bazı Tek Yıllık Çim (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.) Çeşitlerinin Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma -----	131
Mustafa Nur TAŞSEVER, Ömer Süha USLU -----	131
Productivity and Meat Quality of Broiler Chickens Using a Feather Feed Meal -----	136
Larisa CAISIN, Ludmila BIVOL, Jihad Aljabar Hassan AL KHATIB-----	136
Diyarbakır Koşullarında Buğdayın (<i>Triticum aestivum</i> L.) Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi -----	146
Mehmet Can DİKİCİ, Mehmet Ali BOZKURT-----	146
Katı Hal Fermentasyon Teknolojisinin, Bazı Yem Kaynaklarının Yem Değerini Artırmada Kullanılması ve Hayvan Beslemede Etkisi -----	160
Yavuz GÜRBÜZ, Mehmet ÇETİN-----	160
Besleyici Filmi Tekniği (NFT) Otomasyon Sistemde Kullanılan Dozaj (Peristaltik) Pompalarının Kalibrasyonu -----	175
Cafer GENÇOĞLAN, Serpil GENÇOĞLAN -----	175
Aspir (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) Çiçeklerinden Elde Edilen Hydroxysafflower Yellow A Bileşiğinin Biyolojik Aktivitesi -----	184
Tansu USKUTOĞLU-----	184
Yer Açelyasında (<i>Clarkia amoena</i>) Bitki Gelişimi ve Çiçeklenme Üzerine Farklı Yetiştirme Ortamlarının Etkisi -----	189
Muharrem ARSLAN, Turan KARADENİZ -----	189

Determination of Stink Bugs Damage Rate on Kernels in Eastern Marmara Hazelnut Orchards of Türkiye

Ismail Oguz OZDEMİR

Sakarya University of Applied Sciences, Faculty of Agriculture, Department of Plant Protection, Sakarya, Türkiye

*Sorumlu yazar: oguzozdemir@subu.edu.tr.

Abstract

Stink bugs (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae, Acanthosomatidae) are economically important pests in hazelnut orchards of Türkiye, the world's largest hazelnut producer and exporter. The *Palomena prasina* (Pentatomidae) is the most significant species among these bugs, which have more 15 species in Turkish hazelnut orchards, with a density of nearly 85% above the economic damage threshold in all orchards. These bugs cause necrotic kernel damage, which is a major issue in exports, as well as a variety of damage (prematurely dropped, empty and grey-black nuts, shriveled kernels) that reduces hazelnut yield and quality throughout the season by piercing in and sucking the hazelnut fruits. In this study, which was conducted in 2022, 1 kg of hazelnuts were collected at harvest time from each of 34 randomly selected orchards in Sakarya province's Hendek (9), Karasu (11) and Kocaali (14) districts, one of Turkey's significant hazelnut production areas, and brought to the laboratory. Hazelnuts were harvested from each orchard and 100 hazelnut kernels from each were checked for feeding damage. The hazelnut kernels were sliced into two equal pieces, individually, and their internal damage was assessed. The presence of necrotic tissues in hazelnut kernels as evidence of bug feeding was used to determine the damage. The damage rate for hazelnut kernels was determined to be $1.82 \pm 0.28\%$ for overall study area. This damage rate was determined to be $1.55 \pm 0.33\%$ for Hendek, $3.00 \pm 0.68\%$ for Karasu, and $1.07 \pm 0.22\%$ for Kocaali.

Keywords: Insect, Stink bugs, Damage, Necrotic kernel, Hazelnut

Türkiye'nin Doğu Marmara Fındık Bahçelerinde İç Fındık Üzerine Pis Kokulu Böceklerin Zarar Oranının Belirlenmesi

Öz

Dünya'nın en büyük fındık üreticisi ve ihracatçısı olan Türkiye'de, fındık bahçelerinde pis kokulu böcekler (Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae, Acanthosomatidae) ekonomik olarak önemli zararlılardır. Türkiye fındık bahçelerinde 15'ten fazla türü bulunan bu böcekler içerisinde *Palomena prasina* yaklaşık %85 yoğunluk ile fındık bahçelerinin tümünde ekonomik zarar eşliğinin üzerinde bulunması bakımından en önemli türdür. Bu böcekler tüm sezon boyunca fındık meyvelerini sokup emerek verim ve kaliteyi etkileyen birkaç zarar tipi (erken döküm, sarıkaramuk, karakaramuk ve buruşuk iç) yanı sıra ihracatta önemli bir sorun olan lekeli iç zararına sebep olmaktadır. 2022 yılında yürütülen bu çalışmada, Türkiye'nin önemli fındık üretim alanlarından Sakarya ilinin Hendek (9), Karasu (11) ve Kocaali (14) ilçelerinden rastgele seçilen 34 bahçeden hasat zamanında 1 kg fındık toplanarak laboratuvara getirilmiştir. Her bir bahçeden hasat edilen fındıkların kabukları kırılarak bunlardan 100 iç fındık beslenme zararı için kontrol edilmiştir. İç fındıklar, giyotin ile ayrı ayrı 2 eşit parçaya bölünmüş ve iç zarar açısından değerlendirilmiştir. İç fındıklardaki zarar, böcek beslenmesinin kanıtı olarak tanelerdeki nekrotik dokuların varlığına göre saptanmıştır. Tüm çalışma alanının geneli için iç fındıkta zarar oranı 1.82 ± 0.28 olarak belirlenmiştir. Bu zarar oranı genel olarak Hendek için 1.55 ± 0.33 , Karasu için 3.00 ± 0.68 ve Kocaali için 1.07 ± 0.22 olarak saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Böcek, Pis kokulu böcekler, Zarar, Lekeli iç, Fındık

Introduction

Türkiye, the hazelnut's motherland, is the world's leader, supplying 62% of global hazelnut production and nearly 75% of exports (FAO, 2022). Thus, hazelnut contributes significantly to the national

economy and directly impacts the livelihoods of around 500,000 hazelnut producing families (Hekimoglu and Altindeger, 2019).

Although Türkiye is the leading hazelnut producer, its yield per unit area is lower than that of the United States, Georgia, Italy, and Azerbaijan (FAO, 2022). Some pests and diseases are among the most significant factors affecting hazelnut productivity, in addition to geographical and agronomic reasons (Tuncer and Ecevit, 1997; AliNiazee, 1998). Although there are hundreds of insect and mite species in Türkiye hazelnut orchards, a number of harmful species are regarded as economically important pests because they reduce quality and yield (Tuncer and Ecevit, 1997). In particular, more than 15 stink bugs, which are from the Hemiptera: Pentatomidae, Coreidae, and Acanthosomatidae cause considerable yield and kernel quality losses by feeding directly on hazelnut fruits (Tavella et al., 1997, 2001; Tuncer et al., 2005). *Palomena prasina* L. (Pentatomidae) from these stink bugs has a prevalence of approximately 85% in all hazelnut production areas of Türkiye and is generally over the economic damage threshold (Tuncer et al., 2005). These stink bugs cause a variety of damage by piercing in and sucking the nut fruits. It results in prematurely dropped during the early season, gray-black and empty hazelnut shells during shell development, and necrotic and shriveled kernel damages during internal development (Kurt, 1975; Saruhan and Tuncer, 2010). Necrotic kernels' sterol, fatty acid content, and antioxidant activities have been altered by the bugs's saliva when it is injected during feeding (Ozdemir et al., 2023; Memoli et al., 2017). While the necrotic kernel damage caused by these bugs was 20% in a 5-year study conducted by Tuncer et al. (2005) in Türkiye, Ak et al. (2018) reported that this damage rate ranged between 3.79-11.53% in recent years, causing significant economic losses.

Because hazelnuts are sold in shell to factories, the damage type is not realized and is not considered by farmers during the season. Therefore, farmers cannot usually take any control measures against stink bugs. The shelling process will expose this damage after harvest, and cutting will make visible those that are still hidden. Even when different separation procedures (machine and hand) are applied, there are complaints of necrotic kernel damage in the sector. This drop-in quality has to be carried by exporters (Ak et al., 2018).

With this study, it was aimed to determine the damage rate of stink bugs on the kernel in Sakarya, one of Türkiye's main hazelnut production provinces.

Material and Method

The damage rate on hazelnut kernels caused by stink bugs was determined by sampling 34 randomly chosen orchards in Karasu (11 orchards), Hendek (9 orchards), and Kocaali (14 orchards) districts of Sakarya province in 2022. 1 kilogram (approximately 430-480) of hazelnut samples were collected from each orchard at harvest time and brought to the laboratory. The shells of mature hazelnuts were cracked, and 100 kernels were chosen at random, sliced into two equal parts, and examined for necrotic damage. The presence of necrotic areas in the hazelnut kernel was taken into account as evidence of damage (Figure 1) (Ak et al., 2018).

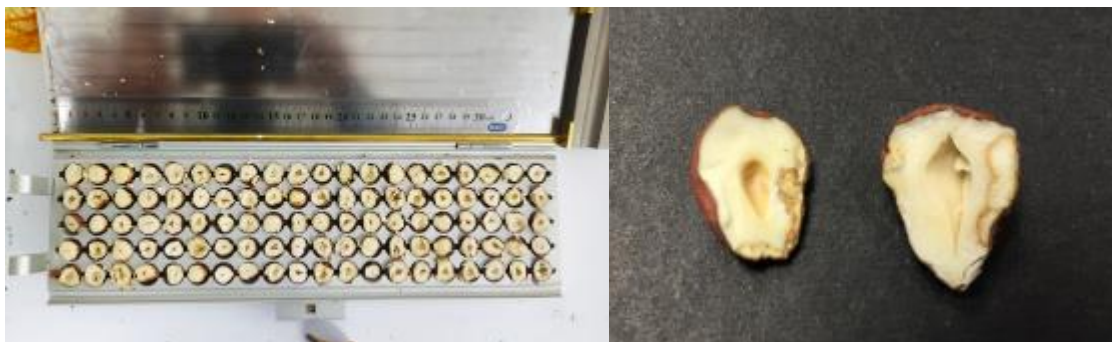


Figure 1. Hand operated kernel cutter (left) and necrotic kernel damage caused by stink bugs (right).

Results and Discussion

The average rate of necrotic kernels caused by stink bugs in Sakarya in 2022, including all districts, was 1.82%. Among the three districts where the study was conducted, the highest damage rate was determined to belong to Karasu with 3%, followed by Hendek with 1.55% and Kocaali with 1.07% (Table 1).

Table 1. Mean kernel damage caused by stink bugs in Sakarya hazelnut orchards of Türkiye

Province	Districts	No of orchards	Mean \pm (SE) of necrotic kernels (%)
Sakarya	Hendek	9	1.55 \pm 0.33
	Karasu	11	3.00 \pm 0.68
	Kocaali	14	1.07 \pm 0.22
	Total	34	1.82\pm0.28

Several studies have shown that necrosis occurs as a result of stink bugs' feeding hazelnut kernels (Kurt, 1975; Tavella et al., 1997; Tuncer et al., 2005). Both biological stages of these bugs, namely nymphs and adults, can cause this specific type of damage (Ak et al., 2018). Because the hazelnut kernels evaluated in this study were collected without taking stink bug species into consideration, this damage can be attributed to all bug species that caused the similar damage type. But since *P. prasina* is the species that is most prevalent in Turkish hazelnut orchards, followed by *Gonocerus acuteangulatus*, these species may be responsible for an important part of the damage (Tuncer et al., 2005). Similarly, in addition to these species, the invasive *Halyomorpha halys*, which has recently become a global threat to hazelnuts, has been reported to cause the same damage in Italy, Georgia, and the United States (Tavella et al., 1997; Hedstrom et al., 2014; Bosco et al., 2018). Although the existence of the invasive species is known in the province where the present study was conducted in Türkiye (Ozdemir and Tuncer, 2021), there has been no study on its distribution and density in hazelnut orchards in the province.

Previous studies on necrotic kernel damage in Türkiye indicated an average of 5.1% in factory samples by Kiper and Yüçetin (1971), 5% in unsprayed plots by Tuncer et al. (2002), and damages ranging from 1.92% to 20% by Tuncer et al. (2005). This ratio was determined to be between 3.86 and 11.68% in the unsprayed hazelnut producing areas of eastern Marmara, where the present study was carried out (Tuncer et al., 2009). Additionally, the damage rate from randomly chosen orchards in Sakarya province between 2014 and 2016 was 5.43, 5.84, and 12.47, respectively (Ak et al., 2018). Although the damage rate in the present study, which was conducted in a single year, ranges between 1.07% and 3% in different districts, it is usually consistent with other studies conducted in the same province. Furthermore, it should be noted that this damage, which has a direct relation to the bug population, may fluctuate over the years, and that the rate of sprayed orchards may be significant owing to the province's rising interest in hazelnut production.

Conclusion

The findings of this one-year study show that stink bugs cause modest damage to hazelnut kernels in the orchards sampled. Currently, only chemical insecticides are used to control these stink bugs. When considering hazelnut producing areas within the scope of the country, sustainable, alternative, and eco-friendly management strategies are required.

References

- AliNiasee, M. T. (1998). Ecology and management of hazelnut pests. *Annual Review of Entomology*, 43(1), 395–419. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.43.1.395>. PubMed
- Bosco, L., Moraglio, S. T., & Tavella, L. (2018). *Halyomorpha halys*, a serious threat for hazelnut in newly invaded areas. *Journal of Pest Science*, 91, 661–670. <https://doi.org/10.1007/s10340-017-0937-x>.

- FAO, 2022. Food and agriculture organization statistics. Hazelnut production statistics. Retrieved March 7, 2023 from: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Hedstrom, C. S., Shearer, P. W., Miller, J. C., & Walton, V. M. (2014). The effects of kernel feeding by *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae) on commercial hazelnuts. *Journal of economic entomology*, 107(5), 1858–1865. <https://doi.org/10.1603/EC14263>. PubMed
- Hekimoğlu, B., & Altındeğer, M. (2019). Fındık sektörünün Mevcut Durumu. Samsun Valiliği İl Tarım ve Orman Müdürlüğü Strateji Geliştirme Birimi.
- Kiper, G., & Yüceci, T. (1971). Dogu Karadeniz Bölgesi fındık bahçelerinde görülen fındık yeşil kokarcası (*Palomena prasina* L.) zararının depolanmış iç fındıklarda intikal oranı üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bulteni*, 11(4), 218–224.
- Kurt, M. A. (1975). Doğu Karadeniz Fındıklarında zarar yapan *Palomena prasina* (Heteroptera: Pentatomidae)'nın biyo-ekolojisi üzerine araştırmalar. Gıda-Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Zirai Mücadele ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü. Samsun Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitü Yayınları, 25, 57.
- Memoli, A., Albanese, D., Esti, M., Lombardelli, C., Crescitelli, A., Di Matteo, M., & Benucci, I. (2017). Effect of bug damage and mold contamination on fatty acids and sterols of hazelnut oil. *European Food Research and Technology*, 243, 651-658. <https://doi.org/10.1007/s00217-016-2778-x>.
- Ozdemir, I. O., Tuncer, C., Solmaz, F. G., & Ozturk, B. (2022). The impact of green shield bug (*Palomena prasina* [Hemiptera: Pentatomidae]) infestation on antioxidant enzyme activities in hazelnut (*Corylus avellana* L. cvs. 'Tombul,' 'Palaz' and 'Çakıldak'). *Erwerbs-Obstbau*, 65, 767–773. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00713-7>
- Saruhan, I., & Tuncer, C. (2010). Research on damage rate and type of green shieldbug (*Palomena prasina* L. Heteroptera: Pentatomidae) on hazelnut. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 25(2), 75–83.
- Tavella, L., Arzone, A., Sargiotto, C., & Sonnati, C. (1997). Coreidae and Pentatomidae harmful to hazelnuts in Northern Italy. *Acta Horticulturae*, 445, 503–510 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.445.65>.
- Tavella, L., Arzone, A., Miaja, M.L., & Sonnati, C. (2001). Influence of bug (Heteroptera: Coreidae and Pentatomidae) feeding activity on hazelnut in northwest Italy. *Acta Horticulturae*, 556, 461–468. <https://10.17660/ActaHortic.2001.556.68>
- Tuncer, C., & Ecevit, O. (1997). Current status of hazelnut pest in Turkey. *Acta Horticulturae*, 445, 545–552. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.445.70>.
- Tuncer, C., Akça, I., & Saruhan, I. (2002). Fındıkta zararlı olan bazı emici böceklerin (Heteroptera: Pentatomidae, Coreidae ve Acanthosomatidae) kimyasal mücadelesi üzerine araştırmalar. *OMU Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 17–26.
- Tuncer, C., Saruhan, I., & Akca, I. (2005). The insect pest problems affecting hazelnut kernel quality in Turkey. *Acta Horticulturae*, 686, 367–376. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.686.51>.
- Tuncer, C., Saruhan, I., & Akca, I. (2009). Chemical control of true bugs (Heteroptera: Pentatomidae, Acanthosomatidae and Coreidae) for preventing kernel damage in hazelnut orchards of Turkey. *Acta Horticulturae*, 845, 487–494. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.845.75>.

Farklı Pamuk Genotiplerinin (*Gossypium Spp.*) Mote Oluşturma Potansiyeli Yönünden Değerlendirilmesi

Fatih KILLI^{1*}, Tahsin BEYÇİOĞLU², Nedim GÜLFİDAN¹

¹Sütçü İmam Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

²Pamukkale Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Denizli, Türkiye

*Sorumlu yazar: tbeycioglu@pau.edu.tr

Öz

Stratejik bir ürün olan pamuk, oldukça farklı kullanım alanlarına sahiptir. Lifleri tekstil sanayinin, tohumları yağ sanayinin ve geriye kalan kısımları ise hayvancılık sektörünün (yem sanayi) önemli hammaddesini oluşturmaktadır. Kütlü pamuktan ortalama %35-45 arasında lif elde edilmektedir. Kütlü pamuktaki mote yoğunluğu elde edilecek lif pamuğun kalitesini etkileyen önemli bir özelliktir. Pamuk genotipi ve çevre koşulları bu özelliğin oluşumunda etkili olmaktadır. Mote'ler döllenmemiş veya olgunlaşmamış tohum taslakları (ovul) olup, nepleşmeye neden olarak iplik ve kumaş kalitesini olumsuz yönde etkilemektedirler. Bu çalışma 2018 ve 2019 yıllarında 200 farklı pamuk genotipi ile Kahramanmaraş koşullarında yürütülmüş ve genotipler lülede mote sayısı ve kütlü pamuktaki mote yoğunluğu yönünden değerlendirilmiştir. Genotipler arasında lülede mote sayısı ve kütlü pamuktaki mote yoğunluğu yönünden önemli farklılıkların olduğu belirlenmiştir. Genotiplerin lülede mote sayısı değerlerinin 0.03–1.20 adet, mote yoğunluğu değerlerinin ise %0.4–16.8 arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışma sonucunda incelenen özellikler yönünden pamuk genotipleri arasında oldukça geniş bir varyasyonun bulunduğu, bu varyasyonların değerlendirilerek üretimi yapılan çeşitlerin iyileştirilmesi ya da yeni çeşitlerin ıslahının mümkün olabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: pamuk, tekstil, mote yoğunluğu

Evaluation of Different Cotton (*Gossypium Spp.*) Genotypes for Mote Formation Potential

Abstract

Cotton, which is a strategic product, has quite different uses. Its fibers constitute the important raw material of the textile industry, its seeds for the oil industry, and the rest of it for the livestock industry (feed industry). An average of 35-45% lint fiber is obtained from seed cotton. The mote density in the seed cotton is an important feature that affects the quality of the fiber cotton to be obtained. Cotton genotype and environmental conditions are effective in the formation of this feature. Motes are unfertilized or immature ovules and they negatively affect yarn and fabric quality by causing nep. This study carried out in Kahramanmaraş (Türkiye) conditions to evaluate in terms of mote number and mote frequency in seed cotton with 200 different cotton genotypes in 2018 and 2019. It was determined that the significant differences among the genotypes in terms of mote number and mote frequency. Mote number values of the genotypes ranged from 0.03 to 1.20 units, and the mote frequency values ranged between 0.4–18.6%. As a result of the study, it has been determined that there is a wide variation among cotton genotypes in terms of the characteristics examined, and it is possible to improve the produced varieties or breeding new varieties by evaluating these variations.

Key words: Cotton, textile, mote density

Giriş

Pamuk lifinde uzunluk, incelik, mukavemet, üniformite, kısa lif içeriği, elastikiyet, nepleşme özelliği, mote içeriği, verim ve randıman gibi birçok özellik tekstilci ve üretici açısından öne çıkmaktadır. Bunlar içerisinde verim, tohum ve mote ile ilgili özellikler tarlada yetiştiriciyi, çıkarılma sonrası ise özellikle life geçen mote miktarı tekstilciyi yakından ilgilendirmektedir (Kıllı ve Şerefoğlu, 2005). Pamukta koza başına tohum sayısı, verim ve lif kalitesi ile ilişkili olup koza başına karpel sayısı ve her bir karpeldeki ovul sayısının bir sonucu olarak oluşmaktadır (Stewart, 1986). Koza başına tohum sayısındaki

farklılıklar ya dölleme eksikliği ya da dölleme sonrası embriyo gelişiminin son bulması ile gerçekleşmektedir. Çeşit ve çevre koşullarının her ikisi koza başına tohum sayısındaki farklılıklar üzerinde etkili olabilmektedir. Hava koşulları, ovul gelişimi, polen dağılımı ve canlılığı dölleme üzerine etki etmektedir (Fisher, 1973). Moteler, döllememiş ya da döllemeden kısa bir süre sonra embriyo gelişiminin durduğu ovuller olarak tanımlanmaktadır (Davidonis ve ark., 2000). Kütlü pamuktaki mote yoğunluğu üzerine, genotip ve çevre koşulları etkili olmaktadır (Davidonis ve ark., 2000). Kütlü pamuktaki mote sayısı üzerine genotipik etkinin %71, çevresel etkinin %29 olduğu belirtilmiştir (Bolek ve ark., 2007). Moteler sahip olduğu lif uzunluğuna göre kısa ve uzun lifli moteler olarak ayrılmaktadır. Dölleme sonrası embriyo gelişiminin durması uzun lifli mote oluşumunu teşvik etmektedir (Davidonis ve ark., 2000). Kısa lifli moteler lif temizleyicileri ile uzaklaştırılabilmekte (Baker and Griffin, 1984), ancak uzun lifli moteler balya pamuğa geçebilmektedir. Bunların lif olgunlukları farklı olduğu için eğirme aşamasında birçok sorunlar oluşturabilmektedir (Davidonis ve ark., 2002; Kılıç ve Tursun, 2007). Olgunlaşmamış lifler, olgun liflere göre daha ince yapıda olup nepleşmeye karşı daha eğilimlidirler. Koza başına mote sayısı arttığı zaman kütlü pamuktaki mote sayısı artar, bu durum lif pamuktaki neps miktarının artışına neden olur (Saranga ve ark., 1998).

Beyaz altın olarak adlandırılan pamuk, tarım sektörüne ve ülke ekonomisine, yıllık olarak ortalama 17-20 milyar dolar dolaylarında katma değer sağlamaktadır. Ülkemizde bugüne kadar yapılan çalışmalarda daha çok kütlü pamuk verimi üzerinde durulmuş, son dönemlerde yapılan çalışmalarda ise lif kalitesine ağırlık verilmeye başlanmıştır. Lif kalite özellikleri olarak uzunluk, incelik, mukavemet, üniformite, kısa lif oranı, renk ve parlaklık üzerinde durulmakta, ancak çirçirlama sonrası lif pamuğa karışarak nepsleşmeye neden olan mote yoğunluğu ihmal edilmektedir. Kütlü pamuktaki mote yoğunluğu çirçirlama sonrası elde edilecek lif pamuğun kalitesini etkileyen önemli bir özelliktir. Özellikle çirçirlama sonrası lif pamuğa karışan uzun lifli moteler eğirme aşamasında sorunlar oluşturabilmektedir. Ülkemizde oldukça geniş bir genetik tabanda mote oluşturma potansiyeli yönünden pamuk genotiplerinin değerlendirilmesine yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada 200 farklı pamuk genotipi mote oluşturma potansiyeli (lülede mote sayısı ve mote yoğunluğu) yönünden değerlendirilmiştir.

Materyal ve Metot

Materyal

Araştırmada 200 pamuk genotipi (Ek Çizelge 1) materyal olarak kullanılmıştır. Materyal temini Nazilli Pamuk Araştırma İstasyonu Müdürlüğü genetik stoklarından ve özel firmalardan sağlanmıştır.

Yöntem

Denemeler Kahramanmaraş koşullarında KSÜ Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü araştırma alanında, 2018 ve 2019 yılı pamuk yetiştirme sezonu içerisinde, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuş ve yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü Kahramanmaraş ili, 37° 11' ve 38° 36' kuzey enlemleri ile 36° 15' ve 37° 42' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü deneme alanının 0-30 cm derinlikten alınan toprak örneklerine ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme alanı toprak analiz sonuçları (0-30 cm derinliğinde) (*)

Tekstür (% Sat.)	Tuzluluk (%)	Organik Madde (%)	Kireç CaCO ₃ (Kg/da)	Fosfor (mg/kg)	Potasyum (mg/kg)	pH	Toplam Azot (%)
59.4	0.13	2.65	2.19	5.78	112.1	7.53	0.08

(*) Toprak analizleri Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Üniversite-Sanayi-Kamu İş birliği Geliştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi laboratuvarında yapılmıştır.

Kahramanmaraş ülkemizin Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçen, iklim olarak tipik Akdeniz iklimi özelliği gösteren bir ilimizdir. Kahramanmaraş'ta denemenin yürütüldüğü 2018 ve 2019 yılları aylara ait bazı iklim (sıcaklık, yağış ve nem) verileri Çizelge 2'de verilmiştir.

Deneme alanı, sonbaharda pullukla derin olarak sürülmüş, kışı bu şekilde geçirdikten sonra tarlanın yabancı ot durumuna göre ekim öncesinde toprak tavında iken kültivatörle yüzeyden işlenmiş ve tapan çekilerek ekime hazır hale getirilmiştir. Her çeşit 7 m uzunluğunda tek sıralı olarak (tohum miktarının sınırlı olması dolayısıyla) mayıs ayının ilk yarısında elle ekilmiş, ekimde sıra arası 70 cm, sıra üzeri uzaklık ise 20 cm olarak çıkıştan sonra seyreltilmiştir. Denemede bakım işlemleri (el çapası, seyreltme, makina çapası ve yabancı ot kontrolü, sulama) gerektiği zamanda yapılmıştır. Yetiştirme süresi boyunca 2 kez el ve 3 kez traktör çapası yapılmış ve bitkiler 7 kez karık usulü sulanmıştır. Ekim öncesi toprak hazırlama aşamasında dekara 8 kg saf azot ve fosfor uygulanmış, taraklanma döneminde ise üst gübresi olarak dekara 8 kg saf azot ilave edilmiştir. Yetiştirme sezonu içerisinde pamuk bitkileri, emici böceklerle (Afid ve Empoasca) ve yeşil kurt zararlılarına karşı 2018 yılında 5 kez, 2019 yılında 7 kez ilaçlanmıştır. Denemeler kozaların %60'ının açtığı dönemde 2018 yılında 4 Ekim, 2019 yılında 23 Eylül tarihlerinde el ile hasat edilmiştir.

Çizelge 2. Deneme yıllarına ilişkin Kahramanmaraş ili bazı iklim verileri (Anonim, 2019).

Aylar	Ortalama Sıcaklık (°C)		Ortalama Yağış (mm)		Ortalama Nispi Nem (%)	
	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Ocak	7,40	5,30	155,30	249,90	69,50	73,30
Şubat	9,70	7,70	61,50	99,30	69,40	71,90
Mart	14,20	11,10	49,00	99,80	60,80	57,80
Nisan	18,40	14,20	46,80	78,40	45,30	61,80
Mayıs	21,70	23,10	52,90	4,00	52,60	44,00
Haziran	25,40	27,20	39,40	6,20	49,10	48,00
Temmuz	28,60	28,40	0,30	0,10	46,20	47,20
Ağustos	29,10	29,50	0,00	0,10	43,80	47,70
Eylül	27,20	26,30	0,60	1,50	38,40	41,20
Ekim	19,80	21,30	115,00	36,60	51,50	55,10
Kasım	12,70	13,50	33,20	39,10	66,70	56,20
Aralık	8,30	8,40	239,50	198,50	79,80	81,90
Toplam	222,50	216,00	793,50	813,50	673,10	686,10
Ort.	18,54	18	66,13	67,79	56,09	57,18

Araştırmada lülede mote sayısı (adet) ve mote yoğunluğu incelenmiştir.

Lülede mote sayısı (adet): Her parselden tesadüfî seçilen 10 adet bitkinin 1. ve 5. meyve dalları arasında bulunan 1. pozisyondaki 20 adet kozanın çenetleri arasındaki lüleler el ile çekilerek açılmış, döllenenmiş ve gelişmemiş tohum taslakları (uzun ve kısa lifli moteler; Şekil 1) pens yardımıyla alınıp sayılmış ve ortalaması alınmıştır.



Şekil 1. Pamuk kütlüsünden çıkarılmış uzun ve kısa lifli motelerin görünümü.

Mote yoğunluğu (%): Her parselden tesadüfi seçilen 10 adet bitkinin 1. ve 5. meyve dalları arasında bulunan 1. pozisyonundaki 20 adet kozanın, lüle başına tohum ve mote sayısı adet olarak belirlenmiş ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$MY (\%) = \frac{MS}{TS + MS} \times 100$$

Burada;

MY: Mote yoğunluğu (%)

MS: Mote sayısı (adet)

Araştırmada elde edilen veriler tesadüf blokları deneme desenine göre yıllar birleştirilerek MSTATC istatistik programı ile analiz edilmiştir. Ortalamaların karşılaştırılmasında Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır. Genotip sayısının fazla olması dolayısıyla her bir özelliğe ilişkin ortalamalar verilmiş, harf gruplandırmaları ise gösterilmemiştir.

Bulgular ve Tartışma

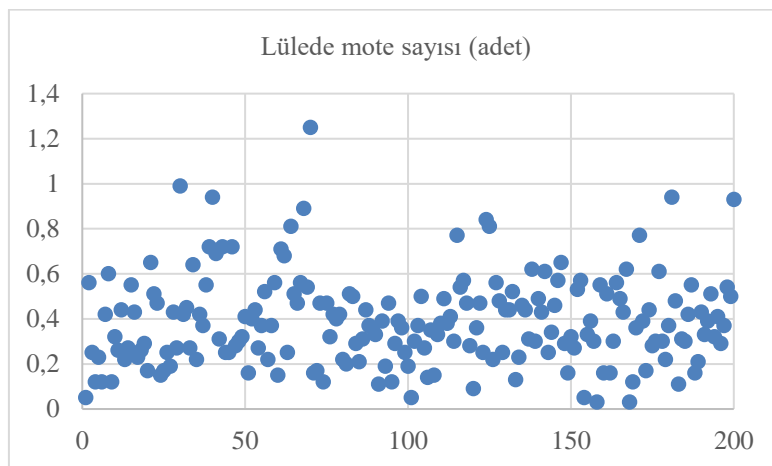
Pamuk genotipleri arasında oldukça önemli varyasyonların bulunduğu belirlenmiştir. İncelenen 200 pamuk genotipinin lülede mote sayısı ve mote yoğunluğuna ilişkin ortalama değerler, önem durumları ve değişim katsayıları Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3’den genotiplerin incelenen özellikler yönünden önemli derecede ($p < 0.01$) farklı oldukları belirlenmiştir.

Çizelge 3. Mote sayısı ve Mote yoğunluğuna ilişkin ortalama değerler, önem durumları ve değişim katsayıları.

	Lülede mote sayısı (adet)	Mote yoğunluğu (%)
Ortalama	0.6 ± 0.6	8.6 ± 8.2
Genotipler	**	**
DK (%)	14.10	11.02

Lülede mote sayısı

Genotiplerin yıllara ve iki yıllık ortalama sonuçlara göre lülede mote sayısı değerleri Ek Çizelge 2’de, genotiplerin ortalama lülede mote sayısı yönünden dağılımları Şekil 2’de verilmiştir.



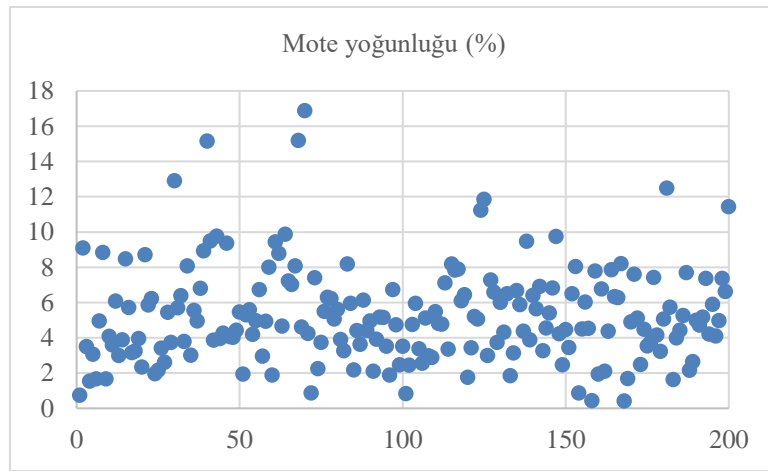
Şekil 2. Lülede mote sayısı yönünden pamuk genotiplerinin dağılımı.

Tüm genotipler üzerinden ortalama lülede mote sayısı 0.6 adet olarak gerçekleşmiş ve lülede mote sayısı değerleri 0.03 ile 1.2 adet arasında değişmiştir. En yüksek lülede mote sayısı değerleri sırasıyla Alba Acala 70, Deltapine 565, Stoneville 618 BBR, Acala 1517 C, Acala SS 2280, NIAB-KIRN, TAM 94 L 25 P1 631441 ve Acala 442 genotiplerinden; en düşük lülede mote sayısı değerleri ise sırasıyla NIAB

777, Stoneville 256-315, Giza 75, MNH-786, Giza 59 ve Acala 8 genotiplerinden elde edilmiştir. Çalışmada elde etmiş olduğumuz lülede mote sayısı değerlerinin yaklaşık 0.0 adet ile 1 adet arasında bir varyasyon göstermesi, farklı türlerden genotiplerin bulunması ve genotip sayısının oldukça fazla olmasından kaynaklanmıştır. Genel olarak lülede mote sayısının hiç olmaması ya da olabildiğince az olması istenmektedir. Moteler, döllenenmiş ya da döllenenmeden kısa bir süre sonra embriyo gelişiminin durduğu ovuller olarak tanımlanmaktadır (Davidonis ve ark., 2000). Lüle başına mote sayısı arttığı zaman kütlü pamuktaki mote sayısı artar, bu durum lif pamuktaki neps miktarının artışına neden olur (Saranga ve ark., 1998). Kütlü pamuktaki moteler lif pamuğun kalitesini etkileyen önemli bir özelliktir. Mote'ler döllenenmiş veya olgunlaşmamış tohum taslakları olup, neleşmeyi artırarak iplik ve kumaş kalitesini olumsuz yönde etkilemektedirler.

Mote yoğunluğu

Genotiplerin yıllara ve iki yıllık ortalama sonuçlara göre kütlü pamuktaki mote yoğunluğu değerleri Ek Çizelge 2'de, genotiplerin ortalama mote yoğunluğu yönünden dağılımları Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Mote yoğunluğu yönünden pamuk genotiplerinin dağılımı.

Tüm genotipler üzerinden ortalama kütlü pamuktaki mote yoğunluğu %8.6 olarak gerçekleşmiş ve mote yoğunluğu değerleri %0.4 ile %16.8 arasında değişmiştir. En yüksek mote yoğunluğu değerleri Alba Acala 70, NIAB-KIRN, Stoneville 618 BBR, Deltapine 565, Acala 1517 C, Aden, TAM 94 L 25 P1 631441 ve Acala SS 2280 genotiplerinden; en düşük mote yoğunluğu değerleri ise sırasıyla NIAB 777, Stoneville 256-315, Giza 75, Giza 59, ve Giza 7 genotiplerinden elde edilmiştir. Çalışmada elde etmiş olduğumuz kütlü pamuktaki mote yoğunluğu değerlerinin yaklaşık %0.4 ile %17 adet arasında bir varyasyon göstermesi, farklı türlerden genotiplerin bulunması, genotip sayısının oldukça fazla olması ve bu genotiplerin çevresel değişkenlere özellikle sıcaklığa ve su stresine farklı tepki oluşturmasından kaynaklanmıştır. Boykin (2008), pamuk çeşitleri arasında mote yoğunluğu yönünden önemli farklılıkların bulunduğunu bildirmiştir. Moteler, döllenenmiş ya da döllenenmeden kısa bir süre sonra embriyo gelişiminin durduğu ovuller olarak tanımlanmaktadır (Davidonis ve ark., 2000). Kütlü pamuktaki mote sayısı üzerine genotipik etkinin %71, çevresel etkinin %29 olduğu belirtilmiştir (Bolek ve ark., 2007). Kütlü pamukta mote yoğunluğu artışı lif pamuktaki neps miktarının artışına neden olmaktadır (Saranga ve ark., 1998). Kütlü pamuktaki moteler lif pamuğun kalitesini etkileyen önemli bir özelliktir. Boykin ve ark. (2012), kaliteli iplik üretimi için çırçırılama sonrası lif pamuğun uzun liflere, düşük miktarda kısa lif, nep, mote, tohum kabuğu nepsi ve tohum kabuğu parçacık içeriğine sahip olması gerektiğini belirtmiştir.

Sonuç

Pamuk genotiplerinin lülede mote sayısı değerleri 0.03 ile 1.2 adet arasında değişmiştir. En yüksek lülede mote sayısı değerleri sırasıyla Alba Acala 70, Deltapine 565, Stoneville 618 BBR, Acala 1517 C,

Acala SS 2280, NIAB-KIRN, TAM 94 L 25 P1 631441 ve Acala 442 genotiplerinden; en düşük lülede mote sayısı değerleri ise sırasıyla NIAB 777, Stoneville 256-315, Giza 75, MNH-786, Giza 59 ve Acala 8 genotiplerinden elde edilmiştir. Mote yoğunluğu değerleri %0.4 ile %16.8 arasında değişmiştir. En yüksek mote yoğunluğu değerleri Alba Acala 70, NIAB-KIRN, Stoneville 618 BBR, Deltapine 565, Acala 1517 C, Aden, TAM 94 L 25 P1 631441 ve Acala SS 2280 genotiplerinden; en düşük mote yoğunluğu değerleri ise sırasıyla NIAB 777, Stoneville 256-315, Giza 75, Giza 59, ve Giza 7 genotiplerinden elde edilmiştir.

Teşekkür

Bu çalışma (Proje no: 2019/2-36M) KSÜ Araştırma Projeleri Yönetim Birimince desteklenmiştir. Destekleri dolayısıyla Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Anonim, 2019. Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Kahramanmaraş.
- Baker, R.V., Griffin, A.C. Jr., 1984. Cotton: Ginning. Number 24 in the Series Agronomy, American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, Wisconsin, USA, p. 397-436.
- Bolek, Y., Oglakci, M., Ozdin, K., 2007. Genetic variation among cotton (*G. hirsutum* L.) cultivars for motes, seed-coat fragments and loading force. *Field Crops Research*, 101: 155–159.
- Boykin, J.C., 2008. Seed coat fragments, motes, and neps: Cultivar differences. *J. Cotton Sci.* 12:109–125.
- Boykin, J.C., Bechere, E., Meredith, W.R. Jr., 2012. Cotton genotype differences in fiber-seed attachment force. *The Journal of Cotton Science* 16:170–178.
- Davidonis, G.H., Johnson, A., Landivar, J.A., 2000. Cotton mote frequency under rain fed and irrigated conditions. *The Journal of Cotton Science*, 4: 1-9.
- Davidonis, G.H., Johnson, A., McAlister, D., Landivar, J.A., Fernandez, C.J., 2002. Planting date affects motes, neps and white specks. In: Dugger, P., Richter, D.A. (Eds.), *Proceedings of the Beltwide Cotton Conference*. National Cotton Council, Memphis, TN.
- Fisher, W.D., 1973. Association of temperature and boll set. P. 72-73. In *Proc. Beltwide Cotton Prod. Res. Conf.*, Phoenix, AZ. 9-10 Jan 1973. Natl. Cotton Counc. Am., Memphis, TN.
- Kıllı, F., Şerefoglu, A.H., 2005. Renkli lifli pamukların koza, tohum ve mot özellikleri. *Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi*, Antalya, Cilt I, 347-350.
- Kıllı, F., Tursun, Ö., 2007. Kuru ve sulu koşullarda yetiştirilen pamuk çeşitlerinin lif verimi ve mot yoğunluğu. VII. *Tarla Bitkileri Kongresi*, 25-27 Haziran, Erzurum, 755-758.
- Saranga, Y., Sass, N., Tal, Y., Yucha, R., 1998. Drought conditions induce mote formation in interspecific cotton hybrids. *Field Crop Res.* 55:225-234.
- Stewart, J. McD., 1986. Integrated events in flower and fruit. P. 261-300. In J.R. Mauney and J. MCD. Stewart (ed.) *Cotton Physiology*. The Cotton Foundation, Memphis, TN.

Ek Çizelge 1. Araştırmada kullanılan pamuk genotipleri.

No	Genotip Adı	No	Genotip Adı
1	TAM 01 E – 22 (REY NO:GP889,PI652865)	46	Aden
2	TAM 04 WB - 33 s (REY NO:GP-940 PI 662041)	47	Auborn 56
3	TAM 87 G3- 27	48	Brown Egyptian
4	TAM 94 L 25 P1 631441	49	Crumpled
5	TOGO	50	Deltapine 12
6	TAM A106- 16ELS (REY NO:GP-895,PI54360)	51	Deltapine 120
7	TAM B139 - 17 ELS (REY NO:GP-927 PI 659699)	52	Deltapine 14
8	TAM B147 - 21 ELS (REY NO:GP-896,PI 654361)	53	Deltapine 15
9	TAM B182 - 33ELS (REY NO:GP-897, PI 654362)	54	Deltapine 15A

10	TAM C147 -42 ELS (REY NO:GP-900,PI 654365)	55	Deltapine 25
11	TAM C155 - 22 ELS (REY NO:GP-901 PI 654366)	56	Deltapine 26
12	TAM C66 - 16 ELS(REY NO:GP-898,PI 654363)	57	Deltapine 41
13	TAM C66 - 26 ELS(REY NO:GP-899,PI 654364)	58	Deltapine 45 – vert
14	Acala 1064	59	Deltapine 50
15	Acala 1-13-3-1	60	Deltapine 61
16	Acala 1517 C	61	Deltapine 62
17	Acala 1517 D	62	Deltapine 714 GN
18	Acala 1517 SR2 – vert	63	Deltapine 80
19	Tropical 225	64	Deltapine 905
20	Acala 1517-70	65	Deltapine SR4
21	Acala 1517-91	66	Deltapine SR-5
22	Acala 29	67	Deltapine Staple
23	Acala 3080	68	Dpl 5540-85-subokra
24	Acala 32	69	Earlipima
25	Acala 44	70	Giza 45
26	Acala 44 WR	71	Giza 59
27	Acala 442	72	TAMCOT SPHINX
28	Acala 4-42	73	Giza 83
29	Acala 51	74	Hopicala – vert
30	Acala 8	75	AzGR-7711
31	Acala Cluster	76	Karnak 55
32	Acala Glandless	77	Mex 102
33	Acala Harper	78	Mex 106
34	Acala Mexican Lintless	79	Mex 122
35	Acala Morell	80	Mex 123
36	Acala N 28-5	81	Mex 68
37	Acala Nunn's	82	New Mexican Acala
38	Acala Okra	83	Stoneville 014
39	Acala Okra VA2-4	84	Stoneville 213
40	Acala Shafter Station	85	Stoneville 256
41	Acala SJ1	86	Stoneville 256-315
42	Acala SS 2280	87	Stoneville 2B
43	Acala Tex	88	Stoneville 3
44	Acala Young's	89	Stoneville 3202
45	Acala-55-5	90	Stoneville 508
91	Stoneville 5A	136	NIAB 777
92	Stoneville 618 BBR	137	NIAB 78
93	Stoneville 62	138	NIAB 846
94	Stoneville 731N	139	NIAB 874
95	Stonville 108 SR	140	MNH-493
96	Stonville 504	141	Penta
97	Taashkent	142	Sivon

98	Tadla 25	143	Sorbon
99	Tex 1152	144	Stoneville 474
100	Tex 1216	145	Stoneville 506
101	Tex 2167	146	AzGR-11839
102	Tex 843	147	Sugdion-2
103	Tex 844	148	Sure Grow 125
104	TX No: 1389	149	Ujchi 2 Uzbek
105	Tx No: 1412	150	AzGR-3775
106	TX No: 1416	151	Viky (ES-20021)
107	TX No: 2382	152	Zeta 2
108	Tx No: 2383	153	Ziroatkar-64
109	Tx No: 2700	154	Ziroatkar-68
110	ACALA SJ 3	155	Ziroatkar-81
111	AfricaES (20025)	156	994
112	Agala Sindou	157	B557
113	Arcota-129	158	BH-118
114	Avesto	159	CIM 401
115	Bulgar 6396	160	CIM-240
116	Bulgar 73	161	CIM-506
117	CAMPU	162	CIM-70
118	Carolina Queen	163	CRIS-134
119	CASCOT L7	164	CRIS-342
120	Darmi	165	FH 142
121	Deltapine 20	166	Haridost
122	Deltapine 50 –vert	167	Malmal-MNH-786
123	Deltapine 565	168	Marvi
124	Deltapine 5816	169	KORİNA
125	Europa	170	MNH-786
126	Eva	171	MNH-814
127	Fibermax 819	172	MNH-990
128	Fibermax 832	173	NIAB-111
129	Giza 70	174	NIAB-KIRN
130	Giza 75	175	NIA-UFAQ
131	Helius	176	NIBGE-2
132	Ionia	177	Sadori
133	Ligur	178	Shazbaz
134	Mehrgon	179	Sindh-1
135	NIAB 111	180	Sohni
181	VH 260	191	AzGR-11836
182	ABORIGINAL79	192	AzGR-11468
183	Acala Naked	193	AzGR-11834
184	Alba Acala 70	194	AĞDAŞ 3
185	RANTOS	195	AĞDAŞ 7

186	SAMOS	196	AĞDAŞ 6
187	Frego Cluster	197	AĞDAŞ17
188	Giza 7	198	AGC 208
189	Nova	199	AGC 85
190	AzGR-11835	200	AGC 375

Ek Çizelge 2. Pamuk genotiplerinin yıllara ve iki yıllık ortalama sonuçlara göre lülede mote sayısı ve mote yoğunluğu değerleri.

Genotip No	Lülede Mote Sayısı (adet)			Mote Yoğunluğu (%)		
	2018	2019	Ortalama	2018	2019	Ortalama
1	0,00	0,11	0,05	0,00	1,5	0,75
2	0,80	0,33	0,56	13,48	4,72	9,10
3	0,07	0,44	0,25	0,94	6,09	3,51
4	0,13	0,11	0,12	1,67	1,44	1,55
5	0,13	0,33	0,23	1,79	4,37	3,08
6	0,13	0,11	0,12	1,80	1,57	1,68
7	0,60	0,22	0,42	7,20	2,72	4,96
8	0,87	0,33	0,60	13,00	4,71	8,85
9	0,13	0,11	0,12	1,85	1,50	1,67
10	0,53	0,11	0,32	6,84	1,34	4,09
11	0,53	0,00	0,26	7,21	0,00	3,60
12	0,33	0,55	0,44	4,67	7,51	6,09
13	0,33	0,11	0,22	4,59	1,42	3,00
14	0,33	0,22	0,27	4,76	3,05	3,90
15	0,67	0,44	0,55	10,99	6,00	8,49
16	0,53	0,33	0,43	7,48	3,96	5,72
17	0,13	0,33	0,23	1,82	4,50	3,16
18	0,40	0,11	0,26	5,22	1,29	3,25
19	0,40	0,18	0,29	5,45	2,47	3,96
20	0,13	0,22	0,17	1,74	2,96	2,35
21	0,87	0,44	0,65	11,61	5,83	8,72
22	0,47	0,55	0,51	5,47	6,27	5,87
23	0,40	0,55	0,47	5,61	6,88	6,24
24	0,20	0,11	0,15	2,40	1,55	1,97
25	0,13	0,22	0,17	1,74	2,61	2,17
26	0,40	0,11	0,25	5,36	1,48	3,42
27	0,27	0,11	0,19	3,77	1,50	2,63
28	0,20	0,66	0,43	2,97	7,93	5,45
29	0,33	0,22	0,27	4,35	3,15	3,75
30	1,13	0,86	0,99	15,32	10,50	12,91
31	0,40	0,44	0,42	5,13	6,29	5,71
32	0,67	0,22	0,45	10,20	2,91	6,40
33	0,00	0,55	0,27	0,00	7,63	3,81
34	0,73	0,55	0,64	9,57	6,61	8,09
35	0,33	0,11	0,22	4,59	1,46	3,02
36	0,40	0,44	0,42	5,22	5,92	5,57
37	0,40	0,33	0,37	5,08	4,87	4,97
38	0,73	0,33	0,55	9,40	4,25	6,82
39	1,33	0,11	0,72	16,53	1,34	8,93
40	1,67	0,22	0,94	27,47	2,87	15,17
41	0,73	0,66	0,69	10,28	8,75	9,51
42	0,40	0,22	0,31	4,92	2,83	3,87
43	1,00	0,44	0,72	14,29	5,28	9,78
44	0,07	0,44	0,25	1,11	6,83	3,97
45	0,27	0,22	0,25	4,76	3,81	4,28
46	1,00	0,44	0,72	12,93	5,83	9,38
47	0,13	0,44	0,28	1,87	6,29	4,08
48	0,27	0,33	0,30	3,51	4,58	4,04
49	0,20	0,44	0,32	2,68	6,20	4,44

50	0,60	0,22	0,41	8,04	2,91	5,47
51	0,20	0,11	0,16	2,52	1,38	1,95
52	0,47	0,33	0,40	6,54	4,07	5,30
53	0,33	0,55	0,44	4,31	6,88	5,59
54	0,33	0,22	0,27	5,10	3,30	4,20
55	0,53	0,22	0,37	6,96	3,00	4,98
56	0,27	0,77	0,52	3,57	9,91	6,74
57	0,33	0,11	0,22	4,50	1,42	2,96
58	0,53	0,22	0,37	6,84	3,05	4,94
59	0,47	0,66	0,56	6,60	9,44	8,02
60	0,07	0,22	0,15	0,89	2,91	1,90
61	0,87	0,55	0,71	11,40	7,51	9,45
62	0,93	0,44	0,68	12,17	5,43	8,80
63	0,27	0,22	0,25	3,60	5,74	4,67
64	1,07	0,55	0,81	14,04	5,74	9,89
65	0,47	0,55	0,51	6,60	7,87	7,23
66	0,50	0,44	0,47	6,98	7,08	7,03
67	0,80	0,33	0,56	10,26	5,91	8,08
68	1,67	0,11	0,89	25,77	4,65	15,21
69	0,53	0,55	0,54	7,84	1,39	4,61
70	2,07	0,44	1,25	26,50	7,28	16,89
71	0,20	0,11	0,16	2,68	5,83	4,25
72	0,00	0,33	0,17	0,00	1,77	0,88
73	0,73	0,22	0,47	10,48	4,37	7,42
74	0,13	0,11	0,12	1,74	2,79	2,26
75	0,40	0,55	0,47	5,94	1,55	3,74
76	0,20	0,44	0,32	2,88	8,12	5,50
77	0,40	0,44	0,42	5,77	6,83	6,30
78	0,47	0,33	0,40	6,80	5,66	6,23
79	0,40	0,44	0,42	5,66	4,50	5,08
80	0,33	0,11	0,22	5,05	6,20	5,62
81	0,40	0,00	0,20	6,06	1,77	3,91
82	0,47	0,55	0,51	6,54	0,00	3,27
83	0,67	0,33	0,50	9,43	6,98	8,20
84	0,47	0,11	0,29	7,29	4,65	5,97
85	0,20	0,22	0,21	2,70	1,68	2,19
86	0,40	0,22	0,31	5,71	3,14	4,42
87	0,33	0,55	0,44	4,20	3,09	3,64
88	0,40	0,33	0,37	5,22	7,08	6,15
89	0,40	0,33	0,36	4,69	4,13	4,41
90	0,33	0,33	0,33	4,90	5,04	4,97
91	0,00	0,22	0,11	0,00	4,25	2,12
92	0,33	0,44	0,39	4,55	3,30	3,92
93	0,28	0,11	0,19	4,10	6,29	5,19
94	0,60	0,33	0,47	8,82	1,50	5,16
95	0,13	0,11	0,12	1,83	5,21	3,52
96	0,13	0,44	0,29	2,11	1,68	1,89
97	0,67	0,11	0,39	8,13	5,36	6,74
98	0,60	0,11	0,36	7,89	1,62	4,75
99	0,27	0,22	0,25	3,48	1,48	2,48
100	0,27	0,11	0,19	4,30	2,75	3,52
101	0,00	0,11	0,05	0,00	1,71	0,85
102	0,27	0,33	0,30	3,48	1,44	2,46
103	0,40	0,33	0,37	5,08	4,44	4,76
104	0,67	0,33	0,50	7,94	4,01	5,97
105	0,20	0,33	0,27	2,33	4,44	3,38
106	0,07	0,22	0,14	0,88	4,25	2,56
107	0,47	0,22	0,35	7,00	3,25	5,12
108	0,20	0,11	0,15	2,75	3,21	2,98
109	0,33	0,33	0,33	4,42	1,38	2,90
110	0,53	0,22	0,38	6,67	4,31	5,49
111	0,53	0,44	0,49	6,67	2,96	4,81
112	0,20	0,55	0,38	2,75	6,83	4,79
113	0,60	0,22	0,41	7,38	6,88	7,13

114	0,27	0,33	0,30	3,70	3,05	3,37
115	0,87	0,67	0,77	12,15	4,25	8,20
116	0,53	0,55	0,54	6,84	8,86	7,85
117	0,60	0,55	0,57	8,41	7,39	7,90
118	0,40	0,55	0,47	4,84	7,39	6,11
119	0,33	0,22	0,28	5,15	7,75	6,45
120	0,07	0,11	0,09	0,83	2,72	1,77
121	0,40	0,33	0,36	5,22	1,65	3,43
122	0,40	0,55	0,47	5,56	4,87	5,21
123	0,27	0,22	0,25	3,15	7,00	5,07
124	1,47	0,22	0,84	19,30	3,20	11,25
125	1,40	0,22	0,81	20,59	3,15	11,87
126	0,00	0,44	0,22	0,00	6,01	3,00
127	0,80	0,33	0,56	10,43	4,13	7,28
128	0,53	0,44	0,48	6,78	6,40	6,59
129	0,07	0,44	0,25	1,11	6,40	3,75
130	0,33	0,55	0,44	4,27	7,75	6,01
131	0,33	0,55	0,44	4,35	7,29	4,32
132	0,93	0,11	0,52	11,67	1,34	6,50
133	0,27	0,00	0,13	3,70	0,00	1,85
134	0,47	0,00	0,23	6,31	0,00	3,15
135	0,60	0,33	0,46	8,49	4,87	6,68
136	0,53	0,33	0,44	7,27	4,50	5,88
137	0,40	0,22	0,31	5,71	3,05	4,38
138	0,73	0,55	0,62	10,58	8,40	9,49
139	0,27	0,33	0,30	3,48	4,31	3,89
140	0,87	0,11	0,49	11,40	1,44	6,42
141	0,67	0,22	0,43	8,55	2,75	5,65
142	0,67	0,55	0,61	7,25	6,60	6,92
143	0,40	0,11	0,25	5,04	1,52	3,28
144	0,47	0,22	0,34	5,98	3,14	4,56
145	0,60	0,33	0,46	6,57	4,25	5,41
146	0,93	0,11	0,57	12,28	1,40	6,84
147	1,20	0,11	0,65	18,00	1,50	9,75
148	0,47	0,11	0,29	6,80	1,66	4,23
149	0,00	0,32	0,16	0,00	4,95	2,47
150	0,53	0,11	0,32	7,48	1,46	4,47
151	0,20	0,33	0,27	2,61	4,31	3,46
152	0,73	0,33	0,53	8,87	4,13	6,50
153	0,73	0,44	0,57	10,00	6,10	8,05
154	0,00	0,11	0,05	0,00	1,74	0,87
155	0,00	0,66	0,33	0,00	9,02	4,51
156	0,67	0,11	0,39	10,64	1,44	6,04
157	0,60	0,00	0,30	9,09	0,00	4,54
158	0,07	0,00	0,03	0,90	0,00	0,45
159	0,87	0,22	0,55	12,75	2,83	7,79
160	0,20	0,11	0,16	2,54	1,36	1,95
161	0,47	0,55	0,51	6,48	7,08	6,78
162	0,33	0,00	0,16	4,24	0,00	2,12
163	0,27	0,33	0,30	4,26	4,50	4,38
164	0,80	0,33	0,56	11,11	4,64	7,87
165	0,87	0,11	0,49	11,11	1,57	6,34
166	0,53	0,33	0,43	6,50	6,09	6,29
167	0,47	0,78	0,62	6,54	9,89	8,21
168	0,07	0,00	0,03	0,85	0,00	0,42
169	0,13	0,11	0,12	1,79	1,60	1,69
170	0,73	0,00	0,36	9,82	00,0	4,91
171	1,33	0,22	0,77	12,35	2,87	7,61
172	0,67	0,11	0,39	8,70	1,55	5,12
173	0,13	0,22	0,17	1,80	3,20	2,50
174	0,53	0,33	0,44	6,30	2,68	4,49
175	0,47	0,11	0,28	5,69	1,40	3,54
176	0,27	0,33	0,30	3,05	4,44	3,74
177	0,67	0,55	0,61	8,33	6,56	7,44

178	0,27	0,33	0,30	3,85	4,50	4,17
179	0,33	0,11	0,22	4,76	1,71	3,23
180	0,33	0,44	0,37	4,31	5,83	5,07
181	1,67	0,22	0,94	22,12	2,87	12,49
182	0,53	0,44	0,48	5,19	6,29	5,74
183	0,00	0,22	0,11	0,00	3,30	1,65
184	0,40	0,22	0,31	5,31	2,71	4,01
185	0,27	0,33	0,30	3,92	4,95	4,43
186	0,40	0,44	0,42	4,96	5,58	5,27
187	0,87	0,22	0,55	12,04	3,36	7,70
188	0,20	0,11	0,16	2,70	1,60	2,16
189	0,20	0,22	0,21	2,46	2,87	2,66
190	0,53	0,33	0,43	7,14	2,87	5,00
191	0,33	0,33	0,33	5,21	4,25	4,73
192	0,13	0,66	0,39	1,63	8,75	5,19
193	0,80	0,22	0,51	11,88	2,87	7,37
194	0,20	0,44	0,32	2,54	5,91	4,22
195	0,60	0,22	0,41	8,57	3,25	5,91
196	0,47	0,11	0,29	6,60	1,62	4,11
197	0,53	0,22	0,37	6,84	3,15	4,99
198	0,53	0,55	0,54	7,77	6,98	7,37
199	0,33	0,66	0,50	4,24	9,02	6,63
200	0,87	1,00	0,93	11,21	11,70	11,45
Genel Ortalama			0,39			5,26

Leonardit, Gıdya ve Kompostun Amonyum (NH₄) Sorpsiyon Kapasitesinin Belirlenmesi

Kübra DİŞKAYA, Kadir SALTALI*

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

**Sorumlu yazar: kadirs@ksu.edu.tr*

Öz

Leonardit ve kompost toprak düzenleyicisi olarak kullanılmakta olup gıdya ise asit topraklar için uygun bir materyaldir. Aynı zamanda söz konusu materyaller farklı içerikli organomineral gübre üretiminde kullanılabilir. Azot bitkilerin en fazla ihtiyaç duyduğu makro bitki besin elementlerinden birisidir. Bu çalışmanın amacı, organomineral gübre yapımında kullanılan gıdya, leonardit ve kompostun NH₄ sorpsiyon özelliklerini belirlemektir. Sorpsiyon çalışmaları laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Optimum adsorpsiyon koşullarını belirlemek için sorpsiyonu etkileyen faktörlerden pH, tanecik boyutu, sıcaklık, çalkalama süresi ve çalkalama süresinin etkisi araştırıldı. Daha sonra belirlenen optimum koşullarda Langmuir izotermi kullanılarak maksimum sorpsiyon kapasitesi belirlenmiştir. Denge çözeltisi ile sorbe olan NH₄ arasındaki ilişkilerin R² değeri 0.95'ten yüksektir. Elde edilen verilerin Langmuir izotermi ile değerlendirilebileceğini göstermektedir. Langmuir izotermine göre maksimum NH₄-N sorpsiyon kapasitesi (q_m) leonardit için 13.49 mg g⁻¹, gıdya için 23.43 mg g⁻¹ ve kompost için 32.6 mg g⁻¹ bulunmuştur. Elde edilen veriler dikkate alındığında, 1 kg leonarditin 13.49 gr NH₄-N kg⁻¹, gıdyanın 23.43 gr NH₄-N kg⁻¹, kompostun ise 32.6 gr NH₄-N kg⁻¹ tutabileceği görülmektedir. Azot (NH₄) içeren organomineral gübre üretiminde bu temel verilerin kullanılmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Leonardit, gıdya, kompost, amonyum, sorpsiyon

Determination of Ammonium (NH₄) Sorption Capacity of Leonardite, Gytija And Compost

Abstract

Leonardite and compost are used as soil conditioners, and gytija is a suitable material for acid soils. At the same time, these materials can be used in the production of organomineral fertilizers with different content. Nitrogen is one of the macro plant nutrients that plants need most. The aim of this study is to determine NH₄ sorption properties of gıdya, leonardite and compost used in organomineral fertilizers. Sorption studies were carried out under laboratory conditions. In order to determine the optimum sorption conditions, the effects of pH, particle size, temperature and shaking time were investigated. Then, the maximum sorption capacity was determined by using Langmuir isotherm at determined optimum conditions. The R² value of the relations between the equilibrium solution and the sorbed NH₄ is higher than 0.95. It shows that the data obtained can be evaluated with the Langmuir isotherm. According to the Langmuir isotherm, the maximum NH₄-N sorption capacity (q_m) was 13.49 mgg⁻¹ for leonardite, 23.43 mgg⁻¹ for gytija and 32.6 mgg⁻¹ for compost. Considering the data obtained, it is seen that 1 kg of leonardite, gytija and compost can hold 13.49, 23.43 and 32.60 g NH₄-N kg⁻¹, respectively. It is considered appropriate to use these basic data in the production of organomineral fertilizers containing nitrogen (NH₄).

Key words: Leonardite, gytija, compost, ammonium and sorption

Giriş

Leonardit ve kompost “Tarımda kullanılan organik, mineral ve mikrobiyal kaynaklı gübrelere dair yönetmeliğe” göre toprak düzenleyici olarak kullanılan bir materyallerdir. Aynı zamanda leonardit ve kompost organomineral esaslı gübrelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Gıdya ise leonardite göre kalitesi daha düşük olan ve içerisinde yaklaşık %30-40 kireç ve %40-50 organik madde içeren bir materyaldir. Gıdyanın da asit toprakların iyileştirilmesinde toprak düzenleyicisi olarak ve asit topraklar için organomineral gübre yapımında kullanılma potansiyeli vardır (Saltalı ve Korkmaz, 2015).

Organik materyaller ile kimyasal gübrelerin tekniğine uygun olarak karıştırılması ile elde edilen organomineral gübrelerde, karıştırılan besin maddelerinin bir kısmı organik materyal tarafından sorbe edilmektedir. Erdal (2018), organomineral gübrelerin topraklara uygulandıklarında, içerdikleri besin maddelerinin bir kısmının organik bileşiklere bağlandığı için kayıplarının azalacağını ileri sürmüştür.

Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelikte (Resmi Gazete, Tarih;23.02.2018, Sayı; 30341) leonarditin en az % 40 humik + fulvik asit ve en fazla % 8 kireç içermesi gerektiği belirtilmiştir. Aynı zamanda leonardit, milyonlarca yıl önce göl ve bataklık alanlarında oksijen yetersizliği nedeniyle ayrışmadan biriken organik materyalin, basınç ve sıcaklık altında humifikasyonu ile oluşmuş içerisinde yüksek oranda humik ve fulvik asit içeren, rengi kahverenginden siyaha kadar değişen kömür düzeyine ulaşmamış materyaller olarak tanımlanmaktadır (Resmi Gazete, 2018).

Gıda eki göl tabanlarında organik materyallerin birikimi ve inorganik materyaller ile karışımı ile oluşmuş içerisinde yaklaşık %30-40 kireç ve %40-50 organik madde içeren rengi kireç içeriğine göre açık griden kahverengi ve siyaha kadar değişen bir materyaldir. Gıdanın da asit toprakların iyileştirilmesinde toprak düzenleyicisi olarak ve asit topraklar için organomineral gübre yapımında kullanılma potansiyeli vardır (Saltalı ve Korkmaz, 2015).

Alkalin karakterli topraklara gıda uygulamasının ayçiçeği bitkisinin verim ve toprak özelliklerine etkisini araştırıldığı bir çalışmada; topraklara gıda uygulamasının toprakların organik madde içeriğini, ayçiçeğinin tohum verimini, yaş tabla ağırlığını, gövde (sap) ağırlığı ve tabla çapını istatistiksel olarak önemli düzeyde artırdığı rapor edilmiştir (Saltalı ve Yıldırım, 2016).

Kompost; organik materyallerin uygun koşullarda altında mikro organizmaların etkisi ile fermantasyonuna kompost denir. Kompostlaşma ile organik materyallerin içerdiği besin maddeleri mineralize olur. Bu materyaller doğrudan topraklara uygulanabileceği gibi organomineral gübrelerin elde edilmesinde de kullanılabilir. (Saltalı ve Yıldırım, 2016).

Trakya bölgesinden tarla koşullarında kışlık ekmeclik buğday çeşidine kompost kaynaklı farklı besin maddesi içeren organomineral ve kimyasal gübreler uygulanarak yapılan çalışmada; uygulanan gübrelerin buğday tane verimi, bitki boyu, başak sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ve hektolitre ağırlıkları araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek verimin 12:12:0:12S içeren organomineral gübre uygulamasında elde edildiği bildirilmiştir (Süzer ve Çulhacı, 2017).

Topraklara gıda ile azot ve fosfor (NP) karışımının uygulandığı bir inkubasyon çalışmasında; besin maddelerinin gıda ile karıştırılarak topraklara uygulandığında toprakların mikrobiyal aktivitesinin ve enzim içeriklerinin arttığını rapor etmiştir (Karaca ve ark., 2006).

Antepfıstığında yapılan bir çalışmada organik gübrelerin mineral gübreler ile karıştırılarak uygulandığında, kimyasal gübrelere göre verimin arttığı rapor edilmiştir (Aslan, 2018). Bu nedenle organomineral gübre kullanımının önümüzdeki yıllarda yaygınlaşması beklenmektedir.

Topraklardaki azot kayıpları bitkiler için büyük önem teşkil etmektedir. Topraktaki azot kayıpları; denitrifikasyon, volatilizasyon, yıkanma ve amonyum fiksasyonu şeklinde gerçekleşmektedir. Topraklardaki bu azot kayıplarının sadece amonyum fiksasyonu dışında tümü topraktan uzaklaşır yani kaybolur. Topraklardaki amonyum fiksasyonunun sadece belli bir kısmı toprakta serbest bırakılır.

Organik maddenin sorpsiyon özelliğinden faydalanarak toprak düzenleyicilere (leonardit, kompost ve gıda) amonyumu sorbe ederek toprağa verilmesi, topraklarda amonyum nitratın gaz formunu, alınmaz formunu ve topraktan yıkanarak uzaklaşmasını azaltması beklenmektedir. Organik maddeye sorbe edilen amonyum toprağa uygulandığında, organik maddeyi mikroorganizmalar yavaş yavaş ayrıştırarak organik maddeye bağlı amonyum bitkiler tarafından alınabilir hale gelir ve bitkiler tarafından alınımı

artar. Bu sebeple leonardit, gıdya ve kompostun amonyum sorpsiyon özelliklerinin belirlenmesi organomineral gübreler açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmanın amacı; toprak düzenleyicisi ve iyileştiricisi olarak kullanılan organik materyallerden leonardit ve kompost ile toprak düzenleyicisi olarak değerlendirilmeyen gidyanın amonyum sorpsiyon kapasitesini belirlemektir. Bu çalışma ile organomineral gübre üretimi için temel veriler elde edilecek ve bu veriler organomineral gübre üretiminde temel veriler olarak kullanılabilir.

Materyal ve Metot

Araştırmada Afşin-Elbistan Termik Santrali Havzasından alınana leonardit ve gidya ile ticari olarak satılan kompost materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan materyallerin bazı kimyasal özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Araştırmada kullanılan materyallerin bazı kimyasal özellikleri

	pH (1/10)	EC (dScm ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	O.M (%)	H.A.+ F.A. (%)	Toplam N (%)
Leonardit	5,52	1,81	8,2	71	69	0,35
Gidya	7,57	0,91	35	40	25	0,25
Kompost	8,40	3,85	2,2	68	18	3,0

OM; organik madde, H. A+F.A; Humik Asit + Fulvik Asit, N; azot.

Leonardit materyalinin pH değeri 5,52 olup orta dereceli asit sınıfındadır. EC’si 1,81 mS cm⁻¹ olup tuzsuz sınıfında yer almaktadır. Gıdya materyalinin pH değeri 7,57 olup hafif alkalın özelliğindedir. EC’si 0,911 mS cm⁻¹ olup tuzsuz sınıfında yer almaktadır. Kompost materyalin pH değeri 8,4 olup orta derecede alkalın özelliğindedir. EC’si 3,85 mS cm⁻¹ olup tuzsuz sınıfında yer almaktadır.

Leonardit, gidya ve kompostun amonyum sorpsiyon özelliklerin belirlenmesi

Deneme öncesinde kullanılacak tüm organik materyaller 1 mm’lik elekten geçirilmiştir. Leonardit, gidya ve kompostun azot sorpsiyon kapasitesini belirlemek ve optimum sorpsiyon koşullarını saptamak için bazı ön çalışmalar yapılmıştır. Optimum sorpsiyon koşullarını belirlemek için, çözelti pH’sı (4, 5, 6, 7, 8,9), tanecik boyutu (0.5, 1, 2 mm), sıcaklık (20, 30, 40, 50 °C), çalkalama zamanı (denge süresi) (0.5, 1, 2, 4, 8, 12, 24 saat) faktörlerin azot sorpsiyonu üzerine etkileri araştırıldı. Sorbe edilen NH₄-N başlangıç ve denge konsantrasyonları arasındaki farktan aşağıdaki eşitlikler (Eşitlik 1 ve 2) kullanarak hesaplanmıştır. Çalışmalar çalkalama tipi (batch) denemeler ile yürütüldü. Çözeltiler Whatman filtre (No:42) kâğıdı ile süzölmüştür. Amonyum azot tayini, Kjeldahl distilasyon metodu ile belirlendi (Mulvaney, 1966).

$$q_e = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \quad (1)$$

$$\text{Sorpsiyon (\%)} = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100 \quad (2)$$

Burada, qe leonardit, gidya ve kompost tarafından sorbe edilen NH₄-N miktarını (mgg⁻¹), C_o, C_e sırasıyla çözeltideki başlangıç ve denge NH₄-N konsantrasyonu (mgkg⁻¹), V çözelti hacmini (L), m ise denemede kullanılan leonardit, gidya ve kompostun ağırlığını (g) göstermektedir. Sorpsiyon izotermi için optimum koşullar belirlendikten sonra, belirlenen optimum koşullarda leonardit, gidya ve kompostun maksimum

NH₄-N sorpsiyonu (çözelti konsantrasyonu 0, 10, 20, 40, 60, 80, 160, 320 ppm) linear olmayan (non linear) langmuir izotermi kullanıldı (Langmuir, 1918).

Leonardit, gıdya ve kompost'un analiz metotları

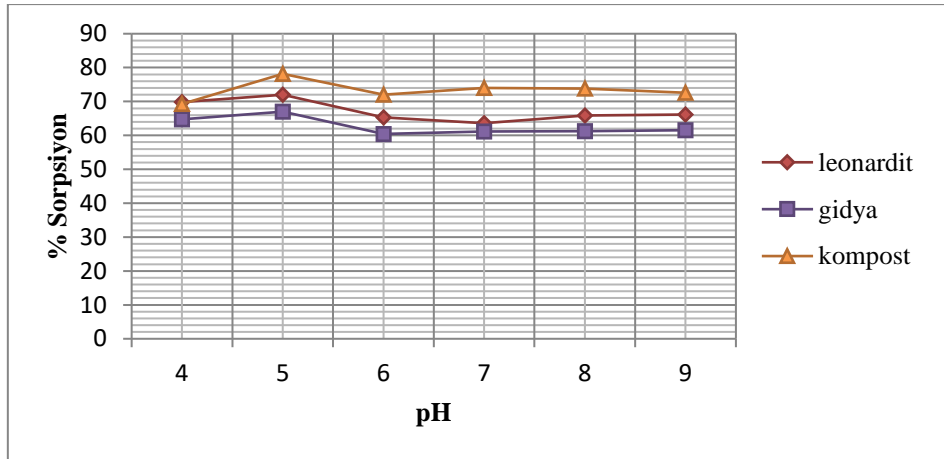
Toprak reaksiyonu (pH) ve Elektriki İletkenlik; 1/10 toprak su oranında elde edilen çözeltide cam elektrotlu pH metre ile, elektriksel iletkenlik ise elektriksel iletkenlik cihazı ile belirlenmiştir (Richards, 1954). Kireç; Scheibler kalsimetresi kullanılarak Allison ve Moodie (1965) tarafından önerilen yöntemle göre yapılmıştır. Organik Madde; Jackson (1962) tarafından önerildiği biçimde modifiye Walkley-Black metodu kullanılarak belirlendi.

Bulgular ve Tartışma

Leonardit, gıdya ve kompostun sorpsiyon özelliklerini bulmak için yapılan ön çalışmalarda; pH, sıcaklık, tanecik boyutu ve çalkalama zamanının (denge süresi) etkileri ayrı ayrı incelenmiştir.

Organik materyallerin amonyum sorpsiyonu için optimum koşulların belirlenmesi

Leonardit, gıdya ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon kapasitesini bulmak için ilk olarak leonardit, gıdya ve kompostun pH'nın etkisi incelendi. Araştırmada leonardit, gıdya ve kompostun pH 4, 5, 6, 7, 8 ve 9 aralıklarında yapılan çalışmada pH'nın % sorpsiyona etkisi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. pH'nın amonyum sorpsiyonuna etkisi (C₀;100 mgL⁻¹, çalkalama süresi; 4 saat, sorbent miktarı; 3g/ 30 ml, sıcaklık; 21± 2 °C,)

Şekil 1'de görüldüğü gibi amonyum sorpsiyonu en yüksek pH 5' de elde edilmiştir. Çözelti pH değeri arttıkça % amonyum sorpsiyonu azalmıştır. Çalışılan materyaller içerisinde ise en fazla amonyum sorpsiyonu kompost materyalinde, bu materyaller içerisinde ise en düşük sorpsiyon gıdyada elde edilmiştir. Bu durum organik materyallerin organik madde ve kireç içeriğinden kaynaklanabilir. Materyallerde en düşük kireç kompost materyalinde en fazla kireç gıdyada bulunmaktadır (Çizelge 1).

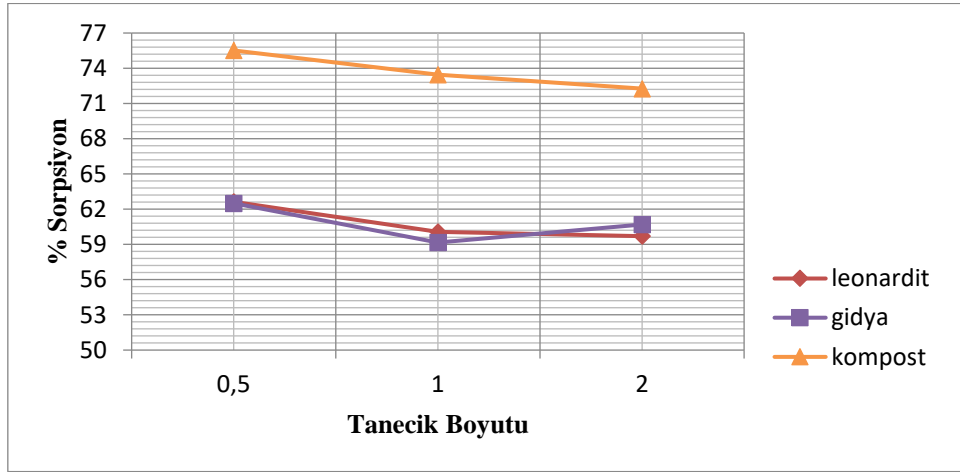
Alkalın koşullarda NH₄ iyonlarının NH₄OH formuna dönüşmesi NH₄ sorpsiyonunun azalmasına neden olabilir. Ayrıca, çözelti pH değeri yükseldikçe NH₄'un NH₃'a dönüşmesi ve gaz şeklinde kayıp olması da mümkündür. Topraklara azotun üre formunda uygulandığı bir çalışmada, 14 haftalık bir inkübasyon süresi sonunda, toprakların kireç içeriği arttıkça NH₃ kayıpların arttığı bildirilmiştir (Moe, 1967). Araştırmada en yüksek amonyum sorpsiyonu çözelti pH'sı 5' de (leonardit: %72, gıdya: %67, kompost: %78) elde edildiği için bundan sonraki çalışmalarda bu değer kullanılmıştır.

Organik materyallerinin amonyum sorpsiyonuna tanecik boyutunun etkisi

Leonardit, gıda ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon koşullarını belirlemek için araştırmada 0,5 mm, 1mm ve 2 mm boyutları kullanıldı. Farklı tanecik boyutunda NH_4 sorpsiyonu Şekil 2’de verilmiştir. Şekil 2’de görüldüğü gibi her üç materalde en yüksek % NH_4 sorpsiyonu 0,5 mm’de elde edilmiştir.

Genel olarak tanecik boyutu yükseldikçe sorpsiyon azalmaktadır. Bu durum tanecik boyutu küçüldükçe yüzey alanının artması ve buna bağlı olarak sorpsiyonun da artmasına bağlanabilir. Organik materyallerden elde edilen biochar ile yapılan denemede, materyalin parçacık boyutu azaldıkça $\text{NH}_4\text{-N}$ sorpsiyonunun arttığını saptanmıştır (Wang ve ark., 2017).

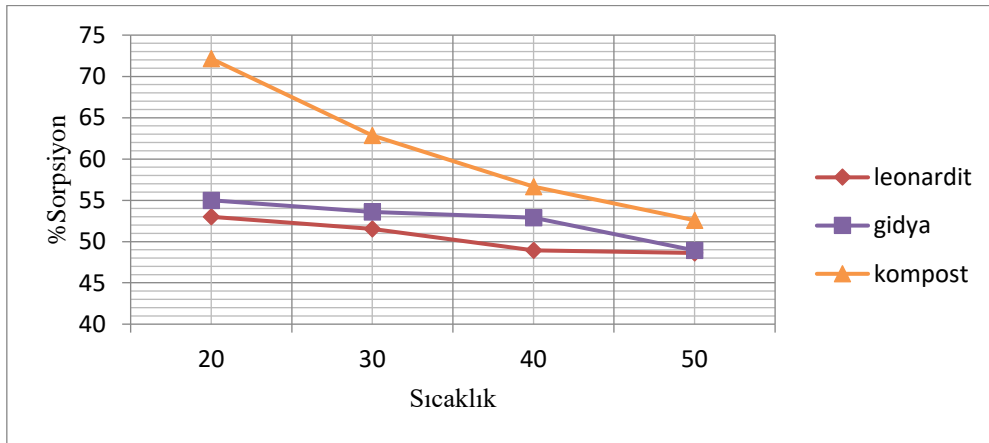
Araştırmada en yüksek NH_4 sorpsiyonu 0,5 mm tanecik boyutunda elde edilmiş (leonardit: %63, gıda: %62,5 ve kompost: %76) olup, bundan sonraki aşamalarda tanecik boyutu 0,5 mm olarak kullanılmıştır.



Şekil 2. Tanecik boyutunun amonyum sorpsiyonuna etkisi (C_0 ;100 mgL^{-1} , çalkalama süresi; 4 saat, adsorbent miktarı; 3g/30 ml, sıcaklık; 21 ± 2 °C, pH; 5)

Organik materyallerin amonyum sorpsiyona sıcaklığın etkisi

Leonardit, gıda ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon koşullarını belirlemek için 20, 30, 40 ve 50 °C’ de deneme yapıldı ve elde edilen sonuçlar Şekil 3’de verilmiştir.

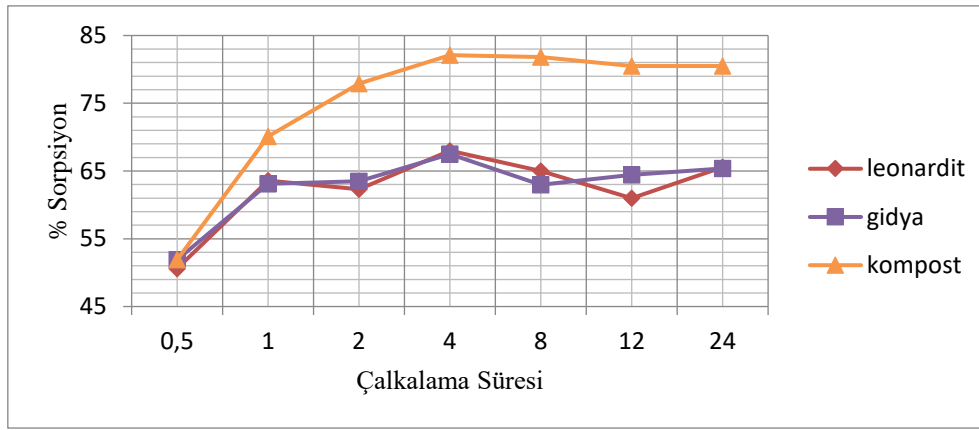


Şekil 3. Sıcaklığın amonyum sorpsiyonuna etkisi (C_0 ; 00 mgL^{-1} , çalkalama süresi; 4 saat, adsorbent miktarı; 3g/ 30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm)

Şekil 3’de görüldüğü gibi her üç materyalde de en yüksek NH₄ sorpsiyonu 20 °C’de elde edilmiştir. Sıcaklık arttıkça materyallerin NH₄ sorpsiyonu azalmıştır. Çalışılan materyaller içerisinde ise en fazla NH₄ sorpsiyonu bütün sıcaklıklarda kompost materyalinde elde edilmiştir. Bu durum, sıcaklık artışına bağlı olarak NH₄’un katı yüzeylerden desorbe olma eğilimine bağlanabilir. Sıcaklık artışına bağlı olarak NH₄ sorpsiyonunun azalması olayı bentonit ve zeolit ile yapılan çalışmalarda da gözlenmiştir (Saltalı ve Sarı, 2006; Karadag ve ark., 2006). Araştırmada en yüksek amonyum sorpsiyonu (leonardit: %53, gıdya: %55 ve kompost: %72) 20±2 °C sıcaklıkta elde edilmiş olup bundan sonraki aşamalarda 20±2 °C sıcaklıkta çalışmalar yürütülecektir.

Organik materyallerinin amonyum sorpsiyona çalkalama süresinin etkisi

Leonardit, gıdya ve kompostun optimum amonyum sorpsiyon koşullarını belirlemek için farklı çalkalama sürelerinde (0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 12 ve 24 saat) çalışmalar yürütülmüştür. Araştırmada elde edilen sonuçlar Şekil 4’de verilmiştir.



Şekil 4. Çalkalama süresinin azot (N) sorpsiyonuna etkisi (C₀; 100 mg L⁻¹, adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 °C)

Şekil 4’de görüldüğü gibi sıcaklığın artışı ile NH₄ sorpsiyonu arttı ve en yüksek sorpsiyonu 4. saatte elde edildi ve daha uzun sürelerde sorpsiyon azalmıştır. Bu durum, NH₄ sorbe edici yüzeylerin kısa sürede kullanımına ve sorbent-NH₄ dengenin sağlanmasına bağlanabilir (Karadag ve ark., 2006). Araştırmada en yüksek NH₄ sorpsiyonu 4 saat çalkalama süresinde elde edilmiş (leonardit: %68, gıdya: %67 ve kompost: %82) olup bundan sonraki aşamalarda çalkalama süresi olarak 4 saat kullanılmıştır.

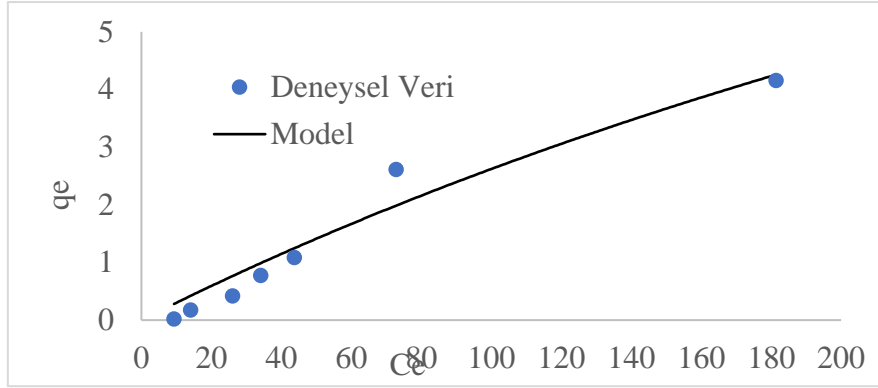
Adsorpsiyon izotermi

Langmuir izotermi adsorbe edici materyaller ile adsorbe olan iyonlar arasındaki ilişkileri ve adsorbe edici materyallerin maksimum adsorpsiyon kapasitesinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan modellerden birisi (Ho ve ark 2002; Saltalı ve Sarı, 2006)). Bu çalışmada, sorbent ile sorbe iyon arasındaki ilişkileri ve maksimum sorpsiyon kapasitesinin belirleyebilmek için Langmuir izotermi kullanılmıştır. Langmuir izotermin yaygın kullanılan biçimi eşitlik 3’de verilmiştir.

$$\text{Langmuir izotermi;} \quad q_e = \frac{q_m K_L C_e}{1 + K_L C_e} \quad (3)$$

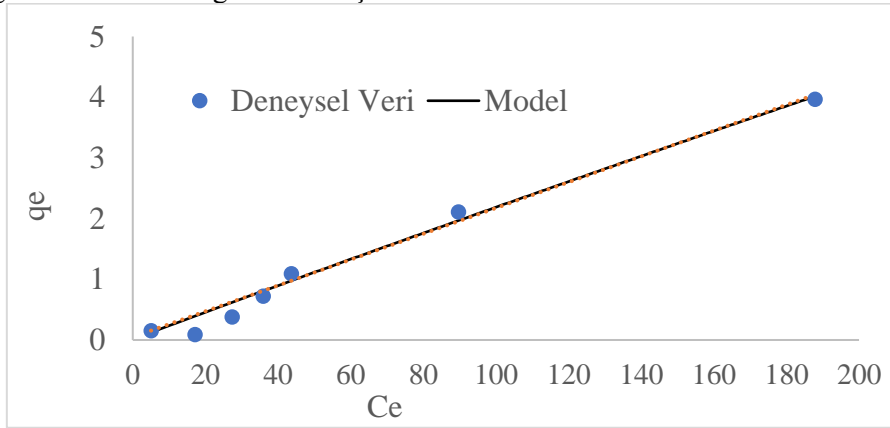
Burada, C_e denge N konsantrasyonu (mgL⁻¹), q_e; leonardit, gıdya ve kompost tarafından tutulan NH₄-N miktarını (mgg⁻¹), K_L; sorpsiyon enerji katsayısı (adsorpsiyon affinitesi) (Lmg⁻¹), q_m; maksimum sorpsiyon kapasitesini (mgg⁻¹) göstermektedir.

Bu çalışmada sigma plot programı kullanılarak C_e (X ekseninde) ile q_e (Y ekseninde) grafiklenmesi ile elde edilen ilişki K_L ve q_m değerleri bulunmuştur. Leonardit, gıda ve komposta ait grafikler sırasıyla Şekil 5, 6 ve 7’de verilmiştir.



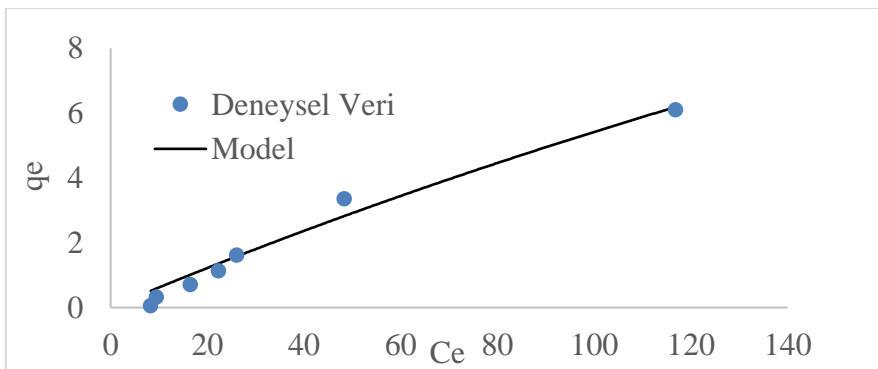
Şekil 5. Leonardit materyalinin Langmuir NH_4 sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 ± 2 °C, çalkalama süresi;4 saat)

Leonardit için C_e ve q_e değerlerinin grafiklenmesi ile elde edilen ilişki $R^2=0.95$, q_m ; 13.49 mg NH_4-N g^{-1} , K_L değeri ise 0.0017 Lmg^{-1} bulunmuştur.



Şekil 6. Gıda materyalinin Langmuir NH_4 sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 ± 2 °C, çalkalama süresi;4 saat)

Gıda materyali için C_e ve q_e değerlerinin grafiklenmesi ile elde edilen ilişki $R^2=0.98$, q_m ; 23.43 mg NH_4-N g^{-1} , K_L değeri ise 0.0009 Lmg^{-1} bulunmuştur.



Şekil 7. Kompost materyalinin Langmuir NH_4 sorpsiyon izotermi (adsorbent miktarı; 3g/30 ml, pH; 5, tanecik boyutu; 0,5 mm, sıcaklık; 20 ± 2 °C, çalkalama süresi;4 saat)

Kompost materyali için Ce ve qe değerlerinin grafiklenmesi ile elde edilen ilişkidin $R^2=0.97$, q_m ; 32.6 mg $NH_4-N g^{-1}$, KL değeri ise 0.0016 Lmg^{-1} bulunmuştur. Şekil 5, 6 ve 7’de elde edilen grafiklerin R^2 değerleri 0.95’ ten yüksektir. Bu durum, çalışmada elde edilen verilerin uygulanabilir olduğu göstermektedir. Witter ve Kirchmann (1989), organik materyallerden peat, inorganik materyallerden zeolit ve bazalt kullanarak NH_3-N ve NH_4-N sorpsiyonu konusunda yaptıkları çalışmada; organik materyallerin azot sorpsiyonunun inorganik materyallere göre çok yüksek olduğunu, peat materyalinin 23.4 $mgg^{-1} NH_4-N$ ve 18.1 $mgg^{-1} NH_4-N$ sorbe ettiğini belirlenmiştir. Latifah ve ark. (2017), topraklara farklı oranlarda üre ve çeltik kabuğu kompostu ekleyerek yaptıkları denemede, uygulanan kompost miktarı arttıkça topraklarda adsorbe edilen NH_4-N ve NH_3-N miktarının arttığını saptamışlardır. Bunun nedeninin kompostun selülozik ve lifli yapıda olmasına bağlamışlardır. Kompost Zn sorpsiyonu ile ilgili yapılan çalışmada; kompostun maksimum Zn sorpsiyon kapasitesinin 16 mgg^{-1} olduğu, aynı kompost oksidasyona maruz bırakıldıktan sonra sorpsiyon kapasitesi 13 mgg^{-1} düşmüştür (Al-Mashaqbeh, ve McLaughlan, 2014).

Denemede kullanılan materyallerden kompostun NH_4 sorpsiyon değerinin leonardit ve gıdya göre yüksek olması, gıdya ve leonarditin uzun yıllar toprak altında kalması ve satabilleşmesine, kompostun ise böyle bir süreçten geçmemesine ve daha fazla NH_4 içeren çözeltiyi tutmasına bağlanabilir. Elde edilen verilere göre kompost materyalinin leonardit ve gıdyadan daha fazla NH_4 sorbe etmesinin daha önce farklı araştırmacılar tarafından yapılan katyon sorpsiyon çalışmaları ile örtüştüğü görülmektedir. Araştırmada gıdya leonardite göre daha fazla NH_4 sorbe etmiştir. Gıdyanın leonardite göre daha fazla NH_4 sorbe etmesi, gıdyanın daha fazla kireç içermesine (%35) bağlanabilir. Çünkü kireç içeriği fazla olan ve pH değeri yüksek olan topraklarda, NH_4 karbonatlar ile reaksiyona girerek $(NH_4)_2CO_3$ bileşikleri oluşturabilir (Mengel ve Kirkby 1982). Bu durum gıdyanın leonardite göre NH_4 sorpsiyonunun yüksek çıkmasına neden olabilir.

Sonuçlar ve Öneriler

Araştırma sonuçlarına göre; materyallerin tanecik boyutu büyüdükçe % NH_4 sorpsiyonu azalmaktadır. En yüksek % NH_4 sorpsiyonu pH 5’de elde edilmiştir. Genel olarak pH 5’den sonra % NH_4 sorpsiyonu azalmıştır. En yüksek % NH_4 sorpsiyonu 0.5 mm boyutunda elde edilmiştir. Sıcaklık artışına (20, 30, 40, 50 °C) bağlı olarak sorpsiyon azaldı ve en yüksek % NH_4 sorpsiyonu 20 °C belirlenmiştir. Çalkalama süresi % NH_4 sorpsiyonunu etkilemiş olup en yüksek % NH_4 sorpsiyon 4 saat çalkalama süresinde elde edilmiştir. Langmuir izotermine göre leonardit maksimum NH_4 sorpsiyon kapasitesi $q_m = 13.49 mg NH_4-N g^{-1}$, gıdyanın $q_m = 23.43 mg NH_4-N g^{-1}$, kompostun $q_m = 32.6 mg NH_4-N g^{-1}$ bulunmuştur.

Sonuç olarak, leonardit, gıdya ve kompostun NH_4 sorpsiyon değerleri Langmuir izotermine uyum göstermiştir. Elde edilen veriler dikkate alındığında, 1 kg leonarditin 13.49 gr $NH_4-N kg^{-1}$, gıdyanın 23.43 gr $NH_4-N kg^{-1}$, kompostun ise 32 gr $NH_4-N kg^{-1}$ tutabileceği görülmektedir. Amonyumlu gübrelerin etkin kullanımı ve organomineral gübre üretiminde bu temel verilerin organomineral gübre üreticilerine ve uygulayıcılara faydalı olacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme ABD’da, Kübra Dışkaya Tarafından hazırlanan YL tesinden hazırlanmıştır. Analitik ve sarf malzemelerin kullanımı için ilgili ABD teşekkür ederiz.

Kaynakça

- Allison, LE., Moodie, CD. (1965). Carbonate. (Ed: C.A. Black), Methods of soil analysis. Part 2. Agronomy Series. No. 9, ASA. 1379-1396, Wisconsin. ISBN:10.0-89118-825-8
- Al-Mashaqbeh, O. A., McLaughlan, RG. (2014). Effect of compost aging on zinc adsorption characteristics. Journal of Env. Chemical Engineering. Vol. 2, Issue 1:392-397.

- Aslan, N. (2018). Organomineral Gübre Kullanımının Antepfıstığı Verimi Ve Toprağın Fiksasyon Kapasitesi Üzerine Etkisi. Organomineral Gübre Çalıştayı. Bildiriler. S. 192-200. Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık San ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul.
- Erdal, İ. (2018). Türkiye’de Organomineral Gübrelerin Kullanıldığı Araştırma Çalışmaları Ve Elde Edilen Sonuçlar. Organomineral Gübre Çalıştayı. Bildiriler. S. 156-165. Sena Ofset Ambalaj Matbaacılık San ve Tic. Ltd. Şti. İstanbul.
- Ho, YS., Huang, CT., Huang, HW. (2002). Equilibrium Sorption Isotherm For Metal İons on Tree Fern. *Process Biochemistry*, 37: 1421-1430.
- Jackson, ML. (1962). *Soil Chemical Analsis*, Prentice-Hall Inc., New Jersey, USA, s. 183.
- Kacar, B., Katkat, VA. (1999). Gübreler ve Gübreleme Tekniğı. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:144, Vipaş Yayın No: 20, Bursa.
- Karaca, A., Turgay, O.C., Tamer, N. (2006). Effects of a humic deposit (gidya) on soil chemical and microbiological properties and heavy metal availability. *Biology and Fertility of Soils*. 42, 585–592.
- Karadag D., Koc Y., Turan M., Armagan B. (2006). Removal of ammonium ion from aqueous solution using natural Turkish clinoptilolite. *Journal of Hazardous Materials*, 136: 604-609.
- Langmuir I. (1918). The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. *J. American Chemical Society*, 40: 1361-1403. <https://doi.org/10.1021/ja02242a004>
- Latifah, O., Ahmeda, OH., Abdulmajid, NM. (2017). Enhancing Nitrogen Availability, Ammonium Adsorption-Desorption, and Soil pH Buffering Capacity using Composted Paddy Husk. *Eurasian Soil Science*, Vol. 50, No. 12: 1–11.
- Mengel, K., Kirkby, EA. (1982). *Principles of Plant Nutrition*. 3th ed. P. 1-655. International Potash Institute. P.O. Box, CH-3048 Worblaufenbern/ Switzerland.
- Moe, PG. (1967). Nitrogen losses from urea as affected by altering soil urease activity. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 31: 380-382.
- Mulvaney, R.L. (1996). Nitrogen Inorganic Forms. In Bigham, J.M., Ed, *Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods*, SSSA Book Series No. 5, SSSA Publications Inc., Madison, WI, U.S.A., pp. 1123–1184
- Resmi Gazete. (2018). Tarımda Kullanılan Organik, Mineral ve Mikrobiyal Kaynaklı Gübrelere Dair Yönetmelik. Tarih; 23.02.2018, Sayı; 30341.
- Richards LA. (1954). *Diagnosis and Improvement of Saline and Alkaline Soils*, USA, Salinity Labortary, s. 60. <https://doi.org/10.2136/sssaj1954.03615995001800030032x>
- Saltalı, K., Korkmaz, K. (2015). Gidya Organomineral Toprak Düzenleyicisi Olarak Değerlendirilebilir mi? 4. Uluslararası Katılımlı Toprak ve Su Kaynakları Kongresi 01-04 Eylül 2015, Kahramanmaraş.
- Saltalı, K., Sarı, A. (2006). Sorption Capacity and Thermodynamic Properties of Natural Turkish (Reşadiye) Bentonite for the Removal of Ammonium Ions from Aqueous Solution. *Adsorption Science and Technology* 24(9):749-760
- Saltalı, K., Yıldırım, ÖF. (2016). Kuru Koşullarda Çerezlik Ayçiçeğı (*Helianthus annuus* L.) Yetiştiriciliğinde Gidya Uygulamasının Bazı Toprak ve Bitki Özelliklerine Etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*. 19(1): 84-90, 2016
- Süzer, S., Çulhacı, E. (2017). Farklı organomineral ve inorganik kompoze gübrelerin kışlık ekmeklik buğday tane verimi ve bazı verim unsurları üzerine etkileri. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi* 5 (2) 87 – 92.
- Wang, LL, Wu, J., Wang, ZJ., Li, WZ., Zhang, K. (2017). Effects of Three Biochars as Adsorbents on Soils Adsorbing Ammonium Nitrogen in Biogas Slurry. *Hindawi Journal of Chemistry*, Volume 2017:1-10
- Witter, E., Kirchmann, H. (1989). Peat, zeolite and basalt as adsorbents of ammoniacal nitrogen during manure decomposition. *Plant Soil*, 115: 43–52.

Bezelye Islahında Diallel Melezleme Tekniği

Duygu USKUTOĞLU^{1*}, Leyla İDİKUT¹

¹Kahramanmaraş Sutçu Imam University, Agricultural Faculty, Field Crops Department, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu yazar: duygu_agar@hotmail.com

Öz

Bitki ıslahçısı, ıslah amacına uygun varyasyon tabanını genişletmek için genotipler arasında melezlemeler yapar. Çeşit geliştirme çalışmalarında başarı, sahip olunan varyasyonun genişliği ve bu varyasyondan doğru seçim yapabilme ile doğru orantılıdır. Islah çalışmasının erken aşamasında uygun anaçların seçilmesi ıslahçıya zamandan, işgücünden ve maddi kaynaklardan tasarruf sağlamaktadır. Bu amaçla başvurulmuş diallel melezleme metodu belirli sayıda ve genetik açıdan farklı oldukları varsayılan anaçlar arasında tüm olası kombinasyonlarda yapılan melezleme olarak tanımlanmaktadır. Diallel melezlemede anaçların ana ya da baba olma pozisyonları değiştirilerek her mezezin resiproku da elde edilmektedir. Bitki ıslah çalışmalarının en önemli amacı kalite ve verimi arttırmanın yanında hastalıklara ve zararlılara dayanıklı ve adaptasyonu yüksek çeşitler geliştirmektir. İçeriğinde bulunan yüksek protein oranı, köklerinde yaşayan rhizobium bakterileri aracılığıyla toprağı azotça zenginleştirmeleri ve hem insan hem de hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan bezelye bitkisinde yapılacak ıslah çalışmaları ile yüksek verimli yeni çeşitler geliştirmeye ihtiyaç vardır. Bu çalışma ile bezelye ıslahında yeni çeşitlerin geliştirilmesi amacıyla diallel melezleme tekniğinin kullanımı ve yöntemi değerlendirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Bezelye, diallel melezleme, kalıtım, melez ıslahı

Diallel Hybridization Technique in Pea Breeding

Abstract

The plant breeder makes crosses between genotypes to broaden the base of variation for the purpose of breeding. Success in variety development studies is directly proportional to the width of the variation and the ability to make the right choice from this variation. Selection of suitable parents at the early stage of the breeding work saves the breeder time, labor and financial resources. The diallel analysis method used for this purpose is defined as crossing between a certain number of parents assumed to be genetically different, in all possible combinations. In diallel analysis, the reciprocal of each hybrid is obtained by changing the positions of the parents being male or female. The most important aim of plant breeding studies is to increase the quality and yield, as well as to develop varieties that are resistant to diseases and pests and have high adaptability. There is a need to develop high yielding new varieties with high protein content, enriching the soil with nitrogen through the rhizobium bacteria living in the roots, and breeding studies to be carried out on the pea plant, which has an important place in both human and animal nutrition. In this study, the use and method of diallel hybridization technique will be evaluated in order to develop new varieties in pea breeding.

Keywords: Pea, diallel hybridization, inheritance, hybrid breeding

Introduction

Leguminous plants, which constitute the third largest family with more than 650 genera and 18,000 species in the plant kingdom, are the main sources of protein and carbohydrates in human nutrition (Meana et al., 2018). Leguminous plants, which contain between 18% and 31% protein, are one of the most important protein sources, especially in low-income countries (Özdemir 2002). Legumes have an important place in sustainable agriculture systems due to their role in improving the properties of the soils they are grown in. The amount of nitrogen they bring to the fields where they are grown with Rhizobium bacteria varies between 6.4 kg da⁻¹ and 21.6 kg da⁻¹ (Kün et al. 2005).

Pea, which has an important place in human nutrition, is a legume species in the Leguminosae family, Faboideae subfamily, Fabae order, Pisum genus. Peas have a diploid chromosome number and their flowers are self-pollinated (Dolezel and Greilhuber 2010). It is stated that the origin of the pea is primarily the regions extending to the Eastern Mediterranean, Iran, Caucasus, Afghanistan and Tibet, and the regions extending to Ethiopia and North Africa via South West Arabia in the second degree (Govorov 1937; Davies 1976; Hagedorn 1984). Due to the high protein and vitamins it contains, peas are consumed as fresh and dried vegetables, and additionally, its flour is used as an important nutrient in children's food and various mixtures (Şehirali 1988). Peas (*Pisum sativum* L.) is a rich source of protein (20-30%) and mineral matter, so it has a great importance in both human nutrition and animal nutrition. Thanks to the Rhizobium leguminosarum bacteria living in the roots of the pea plant, it can fix the nitrogen to the soil at 5-15 kg da⁻¹ with its ability to fix the free nitrogen of the air to the soil (Açıköz et al., 2007). Dry peas take the second place after beans in terms of production among legumes in the world (Skyrpetz 2004). This situation is different in our country, and dry peas are in the fifth place after chickpeas, lentils, beans and broad beans. Although our country has a very favorable ecological structure in terms of pea cultivation, dry pea production is not at the required rate and there is a low production. One of the most important reasons for low production is that pea varieties suitable for different ecological regions of our country have not been developed. Necessary measures should be taken to eliminate the problems in the production of peas in our country and to increase exports. In parallel with the scarcity of cultivation area, among the edible legumes cultivated in our country, pea remains insufficient in terms of the number of locally registered varieties. Although it is shown among the pea gene centers in our country, it is not possible to say that the genetic resources of peas are adequately evaluated in the pea breeding studies carried out in our country. The low number of pea varieties grown in our country and the low production amount are strong proofs of this. For this reason, it is very important to reveal the richness of pea gene resources in our country with relevant researches and to use them in new variety development and alternative farming systems. It has been stated by many researchers that quality and production increase has been achieved thanks to new varieties developed using local gene sources in peas (Reddy 1998; Gosal 2002; Keneni et al. 2005).

Pea is a cool and temperate climate plant. It is cultivated in almost every region of the temperate zone. The largest cultivation area is in the Asian continent, and the highest production and yield is in the European continent. It is mostly cultivated in developed countries. Although peas are in the second place after beans in terms of production in the world, they are in the fifth place after chickpeas, lentils, beans and broad beans in our country. In Turkey, pea (*Pisum sativum* L.) cultivation area is 781 ha, production is 2.193 tons, and the grain yield per unit area is 28,079 kg ha⁻¹ (FAO, 2021). The highest production is made in the Aegean and Marmara regions. Although it is the most consumed legume throughout the year in many countries of the world, the expected level in terms of cultivation area and production has not yet been reached due to the fact that the habit of consuming peas is not common in our country. The rapid development of the canned and frozen food industry in recent years has provided significant increases in the cultivation and production of peas, which are generally grown for their fresh pods or dried grains.

The limited source of variation is one of the most important problems of breeding studies, it has been reported that this situation limits the chance of success in breeding studies, and it has been reported that a wide variation source can be created with appropriate parent selection, and new lines suitable for the purpose can be developed (Ceyhan and Avcı 2005). The increase to be achieved in the production of peas by improving the breeding techniques and breeding of suitable varieties will enable especially export sales as well as consumption in the domestic market. Considering these features, in peas; Researches on cultivar development, improvement of cultivation techniques and development of industry gain great importance. As in all plants, variety breeding is applied to increase yield in peas. Intensive studies are carried out in agricultural practices and plant breeding in order to increase yield and quality both in the world and in our country. Diallel crossing method is widely used to consciously select parents in crossbreeding breeding (Yıldırım, 1977). The diallel analysis method has a special place among the population analysis methods developed to determine the compatibility of parents in early generations, to select parents suitable for the characteristics desired to be developed, and to investigate the genetic structures of hybrid populations (Gencer, 1978; Aksel et al., 1982).

Peas breeding

Plant breeding, which is defined as the science of product development, is the science and art of obtaining higher quality, more productive and more useful varieties by changing the genetic structure of plants with the help of various breeding methods (Ceyhan, 2000). The breeding methods applied to plants vary according to the reproductive and reproductive biology of the target plant species. Some of the plants are self-pollinated and some are foreign pollinated. Since the flowers of the pea, which is a legume plant, show self-pollination ability, the selection of single plants can be done easily. Due to the very limited opening in inbred lines, the process of obtaining pure lines is easy by selecting and removing unwanted plants from within the population.

Breeding purposes in peas included in plant breeding studies;

- Production of high yielding and durable pea varieties
- Heredity that can provide high yield in summer and winter planting conditions,
- Resistance to extreme conditions (cold, dry, hot and salinity),
- Resistance to major diseases (bacterial blight, root rot, wilt) advanced nitrogen fixation,
- Wide adaptability,
- High total biological yield,
- Plant characteristics suitable for mechanical agriculture,
- High and upright growth,
- Formation of pods in the upper parts of the plant, resilience,
- Resistance to diseases and pests
- High cooking quality can be listed as "protein ratio and quality".

One of the breeding methods applied to develop suitable varieties for peas is hybridization.

Hybridization breeding in peas

The scientific application of the hybridization method started with Mendel in the middle of the 19th century and many commercial varieties have been developed by hybridization breeding in cultivated plants until today. Varieties are developed by crossbreeding between genotypes of the same species. Because between individuals belonging to the same species, pollination and fertilization are generally seen without problems. In hybrid breeding, the mother and father plants that are crossed between them are called parents. The success of crossbreeding depends primarily on the correct selection and matching of the parents involved in the crossbreeding. In order to obtain 100% heterozygous F₁ plants in self-pollinated plants, the parents to be crossed must be highly homozygous. Otherwise, there will be genetic openings in the first generation.

In crossbreeding studies, diallel crossing techniques are used to identify suitable parents and hybrid combinations and to predict the genetic make up of hybrid populations. In such hybrids, the general adaptation abilities of the parents and the special adaptation abilities of the hybrids are determined. Overall adaptability is the average value of one parent's crosses with other parents and is based on additive gene variance. Selection of quantitative traits is more effective and successful in crosses of parents with high general adaptability.

The hybridization method, which can be applied in peas as well as in self-pollinated plants, consists of crossing two varieties and selecting plants that have the desired characteristics of the mother and father from the plants that emerge in the hybrid expansion. It is possible to collect the superior characters of mother and father pea varieties in a single plant by crossing. The main thing in hybridization is to pluck the male organs of the pea plant, which is selected as the mother, before the pollen is opened, to be taken into the isolation bag and then to carry the pollen taken from the father plant on the stigma of the mother plant without killing it.

Methodology of hybridization breeding

The crossing process is based on pollinating the pollen taken from a plant selected as male with the stigma of the other plant selected as female and thus obtaining hybrid plants from the hybrid seeds obtained. The purpose of crossbreeding is to combine desired traits found in two or more lines, cultivars or species into a single cultivar. Crossbreeding occurs between two parents who differ in at least one trait. If the plant chosen as the main does not show male sterility and self-incompatibility, the anthers in its flowers are removed by cutting. On the same day or within a few days, the male plants selected as fathers are pollinated with pollen dust. Neutered and pollinated female flowers are isolated and labeled with a paper bag to prevent foreign pollination. The hybrid fruits on the female plant are collected after they mature, and when the hybrid seeds inside are removed and planted, the first generation (F₁) and the second generation with the genetic expansion are obtained by their selfing. The stages of crossbreeding are selection of parents, breeding of parents, emasculation, pollination and isolation.

Selection of parents

Choosing the right parents is the shortest way of crossbreeding with purpose. It is very important to determine the desired characteristics and to cross the parents with these characteristics with each other. The variety to be obtained by crossbreeding should be one of the parents grown in that region, as it will replace the old variety. The second rootstock should strongly carry the missing character. If a hybridization is made in a region only in order to increase yield and other characters are not taken into account, two pea varieties grown in the same region can also be selected as rootstock. Thus, the genes belonging to the yield of both varieties are collected in the new variety. In such hybridizations, the second rootstock can be selected from different ecology. It is desirable to transfer some such major yield genes to the variety grown in the region.

Emasculation

After the suitable parents are determined and grown, the sterilization process of the flower determined as the mother comes next. In the flowers to be selected for sterilization and pollination, the anthers should be close to pollination but not burst. At this time, the stigma matures and accepts pollen. Because young flowers are small and delicate, they can be damaged in many cases. Appropriate spaying time for pea flowers is 1 day before flowering. In this period, the flag leaf appears as a very light greenish white or pink color in the flower bud. Any damage to the flower increases flower shedding. In addition, the removal of other fruit or flower buds in the inflorescences that are crossed increases the seed retention rate in hybridization. With the help of a suitable forceps, the anthers in the pea flower determined as the mother are carefully removed from the flower. This process is called emasculation. The stigma of the sterilized flower is closed so that it is not fertilized with the powder of another flower other than the one we have determined as the father. Isolation process plays a key role in hybrid breeding.

Pollination

Pollination process in peas is done in the early hours of the morning. Pollen is selected from flowers whose sacs have just burst. The flower is held with the left hand as in spaying. With the right hand, the fins of the flower are pressed down and the newly burst pollen sacs and part of the stigma and tube are pulled out with clean forceps. The dusting process is carried out in the form of placing or rubbing the mound used as a pollinator on the mound to be pollinated. After the pollination process is completed, isolation is made and labels with hybrid information are attached to the flower.

Diallel hybridation method in peas

Diallel analysis is defined as the examination of cross progeny made mutually between n number of parents or inbred lines (Gilbert, 1958). Diallel analysis method in plant breeding; It is carried out to investigate the genetic structures of hybrid progeny populations, to select promising hybrid combinations and adaptability, and to determine the general and special combination compatibility of

parents (Yıldırım et al., 1979). The diallel hybridization technique was first applied by Schmidt in 1919. This method was later described by Jinks and Hayman, 1954, Hayman (1954 a, 1954b, 1958, 1960a); Jinks (1954, 1955, 1956); Griffing (1956a, 1956b); Singh (1978); It was developed by Walters and Morton (1978) and used in self and foreign pollinated plants. The parents to be used in crossbreeding breeding should also be selected in accordance with the purpose. One of the most important and most important methods applied in the selection of parents is diallel analysis methods (Yıldırım, 1977). The diallel analysis method is used to inherit important yield components, to determine suitable parents and hybrids, and to use the information obtained effectively in breeding programs. Success in variety development studies is directly proportional to the width of the variation and the ability to make the right choice from this variation. For this purpose, one of the most important methods used by breeders in order to provide variation is crossing. However, due to factors such as time, labor and cost, the breeder can cross a certain number of times. For these reasons, shortening the working time and reducing the cost can only be achieved by choosing the right parent. Such basic knowledge-based breeding programs will be more successful if the genetic makeup of the parents and the inheritance of the traits under consideration are determined in advance. Diallel crossing is defined as crossing between a certain number of parents assumed to be genetically different in all possible combinations (Table 1). The number of possible hybrid combinations of n pea genotypes after diallel crossing is equal to the value expressed by the formula $n(n-1)$, excluding self pollination.

Table 1. Full Diallel Hybridization Technique in Peas

Genotypes	1	2	3	4	5
1	Self pollination	1 x 2	1 x 3	1 x 4	1 x 5
2	2 x 1	Self pollination	2 x 3	2 x 4	2 x 5
3	3 x 1	3 x 2	Self pollination	3 x 4	3 x 5
4	4 x 1	4 x 2	4 x 3	Self pollination	4 x 5
5	5 x 1	5 x 2	5 x 3	5 x 4	Self pollination

Diallel crossing technique refers to crossbreeding in all possible combinations between genotypes. It is a hybridization method based on the principle of crossing five different pea genotypes with both other genotypes and reciprocating as seen in Table 1. The diallel analysis method is widely used in population analysis. The reason for this application is to obtain information about the genetic structure of a population in the F1 generation with the Diallel analysis method. The diallel hybridization technique was first applied by Schmidt (1919). Yates (1947), on the other hand, statistically evaluated a diallel analysis table containing reciprocal hybrids and revealed the differences between parents. The diallel hybridization technique has been used in three ways. These;

a-Full Diallel Hybridization Technique

b-Partial Diallel Hybridization Technique

c-Half-Diallel Hybridization Technique.

With its classical definition, n^2 hybridizations or selfing between n lines or cultivars creates a diallel table (Table 1). As in 1 x 2 and 2 x 1 crosses during crossbreeding, if 1 is combined as both mother and father, they are defined as "Resiproce" hybrids. Demir (1978) stated that the table showing the values of reciprocating diallel hybridizations is called the half diallel table, the table showing the values of full diallel and non-reciprocating diallel hybridizations.

Conclusion

Success in variety development studies is directly proportional to the width of the variation and the ability to make the right choice from this variation. For this purpose, one of the most important methods used by breeders in order to provide variation is crossing. However, due to factors such as time, labor and cost, the breeder can cross a certain number of times. For these reasons, shortening the working time and reducing the cost can only be achieved by choosing the right parent. Such basic knowledge-based breeding programs will be more successful if the genetic makeup of the parents and the inheritance of the traits under consideration are determined in advance. Plant breeder parents should have knowledge about GCA (General Combination Ability), SCA (Special Combination Ability), genotype x environment interactions and heredity. The diallel analysis method is used to inherit important yield components, to determine suitable parents and hybrids, and to use the information obtained effectively in breeding programs. A full diallel hybrid consists of all possible combinations of 'n' genotypes, homozygous lines or clones, including F₁ and reciprocals.

Diallel Analysis method in plant breeding;

1. To investigate the genetic structures of hybrid progeny populations,
2. Choosing hopeful F₁ genotypes and suitable parents
3. It is used to determine the general and special compatibility abilities of the parents.

Although our country has a very favorable ecological structure in terms of pea cultivation, pea production is not at the required level. One of the most important reasons for low production is that high yielding and high quality pea varieties suitable for different ecological regions of our country have not been developed. Necessary measures should be taken to eliminate the problems in pea production in our country and to increase its export. With the development of high yielding and high adaptability pea varieties suitable for the purpose and needs by using the diallel hybridization method, our country will get rid of its insufficiency in pea varieties.

References

- Açıkgöz, E., A. Üstün, İ. Gül, E. Anlarsal, A. S. Tekeli, İ. Nizam, R. Avcıoğlu, H. Geren, S. Çakmakçı, B. Aydınoglu, C. Yücel, M. Avcı, Z. Acar, İ. Ayan, A. Uzun, U. Bilgili, M. Sincik, ve M. Yavuz. 2007. Yem bezelyesi (*Pisum sativum* L.)'nde genotip x çevre ilişkileri ve kuru madde ile tohum veriminde stabilite analizleri, Türkiye 7.Tarla Bitkileri Kongresi, Erzurum, s:79-82.
- Aksel, R., Kırçalıoğlu, A., & Korkut, K. Z. (1982). Kantitatif genetiğe giriş ve diallel analizler. Ege Bölge Ziraat Araştırma Enstitüsü Yayınları, (20), 123.
- Ceyhan, E. 2000. Konya ekolojik şartlarında farklı ekim zamanlarının yemeklik bezelye (*Pisum sativum* L.) çeşitlerinde verim, verim unsurları ile kalite üzerine etkileri, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi), Konya.
- Ceyhan, E. ve Avcı, M. A. (2005). Bezelye melezlerinde bazı agronomik özellikler için tek dizi analiziyle genotipik değerlendirme. Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 19(36), 13-17.
- Davies, D. R. (1976). Peas: *Pisum sativum* (Leguminosae-Papilionatae). In 'Evolution of crop plants'. (Ed. NW Simmonds) pp. 172–174.
- Doležel, J. and Greilhuber, J. (2010). Nuclear genome size: are we getting closer? Cytometry Part A, 77(7), 635-642.
- Gençer, O. (1978). *Gossypium hirsutum* L. ve *Gossypium barbadense* L. Türlerinden Sekiz Pamuk Çeşidinin Diallel Melezlerinde Verim ve Kalite ile İlgili Başlıca Özelliklerin Kalıtımı Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Doçentlik Tezi, Adana.

- Gosal, S. S. (2002). Principles and procedures of plant breeding: biotechnological and conventional approaches. Alpha Science Int'l Ltd., N. E. G. (1958). Diallel cross in plant breeding. *Heredity*, 12(4), 477-492.
- Govorov, L. I. (1937). Peas. *Flora of cultivated plants IV*, 231-336.
- Griffing, B. (1956). A generalised treatment of the use of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, 10(1), 31-50.
- Griffing, B. R. U. C. E. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian journal of biological sciences*, 9(4), 463-493.
- Hagedorn, D. J. (1984). Compendium of pea diseases. (No Title).
- Hayman, B. I. (1958). The theory and analysis of diallel crosses. II. *Genetics*, 43(1), 63.
- Jinks, J. L. (1953). Analysis of diallel crosses. *Maize Genetics Cooperation Newsletter*, 27, 48-54.
- Jinks, J. L. (1954). The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. *Genetics*, 39(6), 767.
- Keneni, G., Jarso, M., Wolabu, T., & Dino, G. (2005). Extent and pattern of genetic diversity for morpho-agronomic traits in Ethiopian highland pulse landraces II. Faba bean (*Vicia faba* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52, 551-561.
- Meena, R. S., Das, A., Yadav, G. S., and Lal, R. (Eds.). (2018). Legumes for soil health and sustainable management (p. 541). Singapore: Springer.
- Özdemir, S. (2002). *Yemelik Baklagiller*. Hasad Yayıncılık.
- Reddy, P. S. (1988). Genetics, breeding and varieties. Groundnut, 200-317.
- Schmidt, J. O. H. S. (1919). La valeur de l'individu à titre de générateur appréciée suivant la méthode du croisement dialléle. *Comptes rendus des travaux du laboratoire Carlsberg*, 14(6), 1-33.
- Singh, K. B., Singh, D., & Singh, D. N. (1980). Response of field pea to population density and phosphorus levels. *Indian journal of plant physiology*.
- Skrypetz, S. (2004). Dry peas: situation and outlook. *Agriculture and Agri-Food Canada, Market Analysis Division. Bi-weekly Bulletin*, 17, 1-10.
- Şehirali, S. (1988). *Yemelik dane baklagiller*. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Yates, C. C., and Riebs, J. M. (1947). Aerodynamic characteristics of three planing-tail flying-boat hulls (No. 1306). National Advisory Committee for Aeronautics.
- Yıldırım, M. B., Öztürk, A., İkiz, F., ve Püskülcü, H. (1979). Bitki Islahında İstatistik-Genetik Yöntemler. *Ege Bölge Ziraat Araştırma Ens. Yayınları*, 20, 217-251.
- Yıldırım, M.B. (1977). Melezleme Islahında Ebeveyn Seçimi. *Bitki*, cilt 4. sayı 2, s. 173-178.
- Walters, D. E., and Morton, J. R. (1978). On the analysis of variance of a half diallel table. *Biometrics*, 91-94.

The Method Used to Determine the Leaf Area of Sweet Cherry Trees

¹Valerian BALAN, ²Vasile SARBAN, ¹Corneliu BUZA, ¹Dumitru TALPALARU, ¹Stanislav RUSSU

¹Technical University of Moldova, 168, Stefan cel Mare si Sfint Blvd, Chisinau, Republic of Moldova

²Ministry of Agriculture and Food Industry, 162 Stefan cel Mare si Sfint Blvd, Chisinau, Republic of Moldova

*Corresponding author: valerianbalan@gmail.com

Abstract

The purpose of the study was to determine the leaf area of sweet cherry varieties using various calculation methods. The investigations were carried out in the central area of the Republic of Moldova. The Ferrovia, Kordia, Regina, Skeena and Stella sweet cherry varieties, grafted on the MaxMa 14 rootstock, were studied. The trees were planted in 2011 at a distance of 5 x 3 m. The trees had naturally improved reduced volume crowns. The leaf area was determined separately on shoots and rosettes.

The gravimetric method was used to determine the leaf area using a sample of 100 leaves. With the help of the tubular drill with a diameter of 0.8-1.2 cm, a sample of 100 circles was taken from the leaf blades, which were then weighed. The leaf and circle weight is used to determine the leaf area. In autumn, after trees shed their leaves, the fruit branches were counted, all the annual branches longer than 4-5 c were measured, then the growth was calculated. The nodes on the annual branches were counted and their density was determined. The number of leaf rosettes on trees was determined by counting all fruit branches. Using the biometric data, the leaf area per tree and per surface unit were calculated.

Keywords: sweet cherry tree, leaf area, leaf blade, rosette.

Introduction

Leaf area is a variable of maximum theoretical and practical importance for most physiological studies in phytotechnical ecosystems related to light interception, evapotranspiration, photosynthetic efficiency, fertilizers and response to irrigation and plant growth (Blanco and Folegatti, 2005). Plant scientists have dealt with the estimation of the leaf area for a long time. Researchers have to measure the leaf area in order to study primary plant production (Sestak et al., 1971; Tieszen, 1982; Bleasdale, 1984), plant nutrition, plant growth, plant-soil-water relationship, plant protection measures and respiration (Mohsenin, 1986). Leaf area index (LFI) is an important parameter in understanding photosynthesis, light interception, and the use of water and nutrient to fully exploit the productive potential (Tooming, 1969; Smart, 1974; Williams, 1987).

Nowadays, there are many methods used to determine the leaf area of plants – manual planimetry, gravimetry, photoelectric planimetry, linear measurements of leaves, leaves weighing, leaves counting, etc. The most commonly used is to develop regression coefficients and estimates using easily measurable leaf parameters such as length and width. (Kvet and Marshall, 1971). Simple and linear relationships between leaf area and leaf dimensions (length and width) could be useful for non-destructive leaf area determination. The determination of the leaf area via equations using leaf dimensions is an inexpensive, rapid, and non-destructive alternative for the exact determination of leaf area (Lu. H. Y., et al. 2004).

In physiological research, several methods of analysis are used, which aim at the photosynthetic system of a plant. To determine the tree leaf area, many methods such as the gravimetric method, the planimeter, the calculation method, etc. are used (Niciporovich, 1961; Ovsianikov, 1985; Moiseicenko, 1988) which require a lot of labour. It is difficult and time consuming to determine the area of a leaf using its length and width; this method is also subject to higher errors. The purpose of this study was to describe the working methodology on the basis of which the leaf area is calculated in cherry varieties, as well as to assess the degree of its influence on the tree productivity (Balan, 1983, 2009; Cimpoies, 2000).

Material and Methods

Studies on the identification of some biological indicators used to determine the leaf area were carried out in the central part of the Republic of Moldova. From a geographical and ecological point of view, this location corresponds to the cultivation of sweet cherry trees (48°N, 28°E).

The area is characterized by rugged relief and fertile soils, medium water supply, strong winds predominantly from the north, early autumn and late spring frosts. In the last decades the average annual temperature was 11.2-11.9 °C, the average air temperature during the growing season – 16.8-17.5 °C, and the total annual precipitation – 445-567 mm. The soil is chernozem of clay-granulometric composition with a humus content of 2.93-3.62% to a depth of 0-40 cm; along the profile, the humus content decreases slowly. In the soil profile, the pH profile ranges from 6.7 to 8.5, and the content of carbonates is within 0.9-14.6%, with a higher content at a depth of 70-80 cm.

The sweet cherry cultivars Ferrovia, Cordia, Regina, Skina and Stella, which are new varieties for the Republic of Moldova but widespread in the countries of the European Union (EU), were studied in terms of tree formation and development. The sweet cherry trees were grafted on the MaxMa 14 rootstock and planted in 2011 at a distance of 5x3 m. The trees had naturally improved reduced volume crowns (Balan et al., 2021). The tree rows were arranged from north to south.

The crown formation and the vigour of trees was controlled using the method of double sectoral cutting (Balan, 1997; Babuc, 2012) and the pruning of branches exceeding half the growth force of the branch on which it was located, aimed at optimizing the ratio of growth of vegetative and reproductive organs in order to accelerate fruiting. The semi-boughs were periodically renewed by rotation once every 3-4 years. The soil was kept artificially grassed, the orchard was drip-irrigated, and Watermark transducers were used to monitor soil moisture (Black, et al. cited by Long et al., 2014).

During the vegetation period, observations, measurements and determinations were carried out which were later supplemented with laboratory analyses. The leaf area was determined separately for shoots and fruiting branches. The total leaf area of a tree was calculated according to the number of leaves found when counting. The photosynthetic and growth potential of the trees was determined measuring the total length of the annual branches as well as the number of rosettes. During the dormant phase, the number of fruiting branches were counted, and all annual branches longer than 4-5 cm were measured. On the annual branches, the nodes were counted and their density was determined. The number of leaf rosettes on the tree was determined by counting all the fruiting branches.

When determining the leaf area, the physiological state of the trees was determined including: The choice of trees; Identification of control branches; The choice of shoots; The choice of fruiting branches; Leaves collection; Determination of the lamina surface.

The choice of trees. Three typical trees were identified in each group, according to the internal structure, height and diameter of the crown. The internal structure of the crown was determined by the way the boughs and semi boughs branched and the number of fruiting buds on them, and controlled using the method of double sectorial pruning according to F. G. Zahn (1992).

Identification of control branches. In order to examine the leaf area, typical branches, on which dynamic measurements were to be performed, were selected and marked. The recorded data must cover the entire process of ontogenetic development, and within the annual cycle, they must highlight the main growth and fruiting phenophases. After the trees had shed their leaves, measurements were carried out regarding the total growth on the trees under study.

The choice of shoots and fruiting branches. The extension shoots of semi-boughs and fruiting branches in the east part of the crown, which were located at a height of 1.5-1.7 m above the soil surface and exposed to sunlight, were examined.

Leaves collection. To determine the surface of the leaf blade, leaves of the same size and normal development were collected from the upper part of the shoot, located in the 5th and 6th positions, as well as normally developed leaves from rosettes. Immediately after harvesting, the leaves were isolated by paper sheets and then stored in cellophane bags, in order to avoid their dehydration when transporting them from the field to the laboratory. Leaf testing was done in the laboratory using fresh, not wilted or dry leaves (Ovsianikov, 1985).

The determination of leaf area. The surface of the lamina was determined separately for shoots and rosettes with the help of the planimeter, using 100 leaves for each category or by the gravimetric method. The gravimetric analysis was done as follows: a sample of 100 leaves was weighed. Then the petioles were cut, weighed, and their share in the total weight of the leaves was determined. With the help of the tubular drill with a diameter of 0.8-1.2 cm, a sample of 100 circles from the leaf blades was taken and then weighed. The data regarding the weight of the leaf and the petiole, and the area and the weight of the circles were used to determine the area of the lamina (Niciprovici, 1961).

Results and Discussions

For a general determination of the leaf area, the weight and surface of the lamina were calculated. (tables 1, 2 and 3).

Table 1. The average area and weight of a leaf on shoots

(MaxMa 14 rootstock, the planting distance – 5x3 m, naturally improved reduced volume crowns, the age of trees – 12, 2022)

Nr.	Specification	Measurement units	Variety				
			Ferrovia	Kordia	Regina	Skeena	Stella
1	Number of leaves	pcs	100	100	100	100	100
2	The weight of the leaves without petioles	G	127	134	129	135	128
3	The weight of 100 circles	G	4,15	4,16	4,13	4,18	4,12
4	The surface of 100 circles	cm ²	183	183	183	183	183
5	The surface of the lamina	cm ²	56,0	58,9	57,2	59,1	56,9

The surface of the lamina per shoot ranged from 56.0 cm² in the Ferrovia variety to 59.1 cm² in the Skeena variety. The average surface of a leaf on an early shoot in sweet cherry varieties was smaller compared to the surface of a leaf on a normal shoot, namely 54.1-57.4 cm². The surface of the lamina on rosettes in the studied varieties ranged from 29.1 cm² in the Stella variety to 30.1 cm² in the Regina variety.

Table 2. The average surface and weight of a leaf on early shoots

(MaxMa 14 rootstock, the planting distance – 5x3 m, naturally improved reduced volume crowns, the age of trees – 12, 2022)

Nr.	Specification	Measurement units	Variety				
			Ferrovia	Kordia	Regina	Skeena	Stella
1	Number of leaves	pcs	100	100	100	100	100
2	The weight of the leaves without petioles	g	112	110	116	115	116
3	The weight of 100 circles	g	3,73	3,72	3,70	3,75	3,71
4	The surface of 100 circles	cm ²	183	183	183	183	183
5	The surface of the lamina	cm ²	54,9	54,1	57,4	56,1	57,2

The number of developed leaves in rosettes differed insignificantly from one variety to another and ranged from 6.48 to 6.73 pcs. The analysis of the data showed that no significant differences were recorded between the lamina surface in the sweet cherry varieties Ferrovia, Kordia, Regina, Skeena and Stella, grafted on the Maxma 14 vegetative rootstock. The analysis of the surface of the leaf blade

of shoots and rosettes showed that the largest surface of the leaf blade was registered in normal shoots, namely 56.0-59.1 cm², then in early shoots – 54.1-57.4 cm²; the smallest surface was registered in rosettes – 29.2-30.1 cm².

Table 3. The average surface and weight of a leaf on rosettes

(MaxMa 14 rootstock, the planting distance – 5x3 m, naturally improved reduced volume crowns, the age of trees – 12, 2022)

Nr.	Specification	Measurement units	Variety				
			Ferrovia	Kordia	Regina	Skeena	Stella
1	The number of leaves	pcs	100	100	100	100	100
2	The weight of the leaves without petiole	g	40,3	40,5	41,0	40,5	40,1
3	The weight of 100 circles	g	2,51	2,54	2,49	2,50	2,52
4	The surface at 100 circles	cm ²	183	183	183	183	183
5	The surface of the lamina	cm ²	29,3	29,2	30,1	29,6	29,1
6	The average number of leaves per rosette	pcs	6,73	6,59	6,48	6,52	6,74

When determining the leaf area, special attention was paid to the method of calculating the leaf rosettes and the total length of the annual branches (Table 4). During the period of full fruiting of the trees, the growth potential is still very high. Physical growth can be determined by the number of shoots (159-205 pcs/tree), the total length of the shoots (74.4-83.5 m/tree) and the average length of the shoots (40.8-48.8 cm). During the fruiting period, the number of rosettes correlated with the productivity of the trees and ranged from 179.0 pcs/tree in the Ferrovia variety to 195.3 pcs/tree in the Regina and Stella varieties.

Table 4. The method used to determine the leaf area of sweet cherry trees

(MaxMa 14 rootstock, the planting distance – 5x3 m, naturally improved reduced volume crowns, the age of trees – 12, 2022)

Nr.	Specification	Measurement units	Variety				
			Ferrovia	Kordia	Regina	Skeena	Stella
1.	Number of shoots	pcs	200	159	205	167	174
2.	The total length of shoots	m/tree	83,4	76,8	83,5	74,4	82,4
3.	Average shoot length	cm	41,7	48,8	40,8	45,3	47,4
4.	The number of rosettes	pcs/tree	179,0	186,8	195,3	188,0	195,3
5.	The leaf area on shoots	m ² /tree	30,04	27,66	30,06	26,78	29,65
6.	The percent of the leaf area per shoot	%	80,75	78,74	79,38	78,05	79,15
7.	The leaf area on rosettes	m ² /tree	7,16	7,47	7,81	7,52	7,81
8.	The percent of the leaf area per rosette	%	19,25	21,26	20,62	21,95	20,85
9.	The leaf area	m ² /tree	37,20	35,13	37,87	34,31	37,46
10.	The leaf area	m ² /ha	24773,4	23397,9	25222,8	22847,4	24951,0

Analysing the achievements in the field of growing sweet cherry orchards, it follows that the characteristics of the growth and fruiting of the Ferrovia, Cordia, Regina, Skin and Stella varieties, grafted on the vegetative rootstock Maksma 14, differ slightly from each other in ontogenesis. As for the leaf area determination in sweet cherry orchards, it can be argued that the calculation methods are still few and imperfect, especially concerning the relationship between productive potential, crown shape, height, thickness and technological elements (Balan, 2009; Bilici, 2020). This gives us the opportunity to do some biometric tests to determine the leaf area of sweet cherry trees.

Using the total length of the annual branches, the density of leaves per linear meter and the surface of a

leaf, the leaf area on the annual branches was calculated. The leaf area of the studied varieties ranged from 26.78 m²/tree in the Skeena variety to 30.04 m²/tree in the Regina variety.

When analysing the leaf area in rosettes (7.16-7.81 m²/tree), it was found that the trees of Regina and Stella varieties had the highest rates. The leaf area of a tree changes depending on variety, and the leaf area is larger on shoots and smaller on rosettes. Thus, during the period of full fruiting of the Ferrovia sweet cherry trees, the leaf area on the shoots was 30.04 m²/tree, i.e. 80.75% of the total area. The same tendency was recorded in the Kordia, Regina, Skeena and Stella varieties, i. e. the shoots formed 78.05-79.38 % of leaves, and the rosettes formed only 20.62-21.95 % of leaves.

Conclusions

A complete working methodology has been developed which can be used to obtain comparable and useful data for assessing the photosynthetic potential of sweet cherry trees. At the same time, methods for laying biological material for the experiment and the methodology for leaf area calculation have been studied.

The leaf area has also been analysed in terms of the change in the proportion between different categories of leaves. The size of the leaf area showed that not the size of the shoots was the main criterion for assessing the leaf area, but the total annual growths. To determine the leaf area in rosettes, the number of leaf rosettes, the average number of leaves per rosette and the leaf area in a rosette are required.

During the full fruiting period of sweet cherry trees, the largest leaf area – 26.78-30.04 m²/tree (78.05 - 30.04%) – can be found on shoots, and the smallest leaf area is found on rosettes – only 7.16-7.81 m²/tree (19.25-1.95%).

References

- Babuc, V. (2012). Pomicultura. Chişinău, 662 p. ISBN 978-9975-53-067-5.
- Balan V. (2009). Metoda de determinare a suprafeţii foliare la măr. In: Ştiinţa agricolă, nr. 2, pp. 35-39.
- Balan V., Ivanov I., Şarban V. (2021). The impact of the crown management system on the growth and fructification of cherry tree varieties in a high-density cultivation system. In: *Scientific Papers*, UASMV of Bucharest. Series B. Horticulture. vol. LXV (1), pp. 20-27. ISSN 2285-5653
- Balan V., Şarban V., Ivanov I. (2022). Optimizarea conceptului de conducere şi tăiere a plantaţiilor de cireş prin ameliorarea relaţiei între creştere şi fructificare. *Revista de Ştiinţă, Inovare, Cultură şi Artă* Nr. 2 (65), p 99-108. ISSN 1857-0461, E-SSN 2587-3687.
- BÎLICI, I. (2020), Formarea suprafeţii foliare la soiurile noi de măr în condiţiile Republicii Moldova. In: Ştiinţa agricolă. nr. 1, pp. 55-62. ISSN 1857-0003.
- Blanco F. F., Folegatti M. V. (2005). Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. *Agricultural Science*, vol. 62, no. 4, pp. 305–309.
- Bleasdale J. K. A. (1984). *Plant Physiology in Relation to Horticulture*, Macmillan Press, London, UK, 2nd edition.
- Cimpoieş Gh. (2000). Conducerea şi tăierea pomilor. Chişinău, 273 p. (in Romanian).
- Cristofori V., Roupael Y., Mendoza-de Gyves E., Bignami C. (2007). “A simple model for estimating leaf area of hazelnut from linear measurements,” *Scientia Horticulturae*, vol. 113, no. 2, pp. 221–225.
- Kvet J., Marshall J. K. (1971). Assessment of leaf area and other assimilating plant surfaces. In *Plant Photosynthetic Production*, Z. Sestak, J. Catsky, and P. G. Jarvis, Eds., Manual of Methods, pp. 517–555, Junk Publishers, The Hague, The Netherlands.
- Long, Lynn E., Long, Marlene, Peşteanu A, Gudumac E. (2014). Producerea cireşelor. Manual tehnologic. Chişinău, pp. 119-126.
- Lu H. Y., Lu C. T., Wei M. L., Chan L. F. (2004). Comparison of different models for nondestructive leaf area estimation in taro,” *Agronomy Journal*, vol. 96, no. 2, pp. 448–453.
- Mohsenin N. N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Materials*, Gordon and Breach Science Publishers, New York, NY, USA.
- Smart R. E. (1974). “Photosynthesis by grapevine canopies,” *Journal of Applied Ecology*, vol. 11, no. 3, pp. 997–1006.

- Tieszen L. L. (1982). "Biomass accumulation and primary production," in *Techniques in Bio-Productivity & Photosynthesis*, J. Coombs and D. O. Hall, Eds., pp. 16–19, Pergamon Press, Oxford, UK.
- Williams L. E. (1987). Leaf area development and dry weight distribution. *Journal of American Society and Horticultural Science*, vol. 112, no. 2, pp. 325–330.
- Балан В. В. (1983). Фитометрические характеристики молодых деревьев яблони в зависимости от площади питания. *Современные проблемы интенсификации плодоводства*. Кишинев, с. 27-31 (in Russian).
- Мойсейченко В. (1988). *Методика опытного дела в плодоводстве и овощеводстве*. Киев, 141 с. (in Russian).
- Ничипорович А. А. (1961). *Фотосинтетическая деятельность растений в посевах*. Москва, 135 с. (in Russian).
- Овсяников А. С. (1985). Оценка фотосинтетической деятельности плодовых и ягодных культур в связи с формированием урожая. Мичуринск, 52 с. (in Russian).
- Тооминг Х. (1969). О теоретически возможном коэффициенте полезного действия (КПД) фотосинтеза с учетом дыхания. *Вопросы эффективности фотосинтеза*, Тарту (in Russian).

Soya Fasulyesi Bitkisinin Türkiye' de Üretim Potansiyeli ve Üretimde Karşılaşılan Sorunlar

Ali Rahmi Kaya¹ Tahsin BEYÇİOĞLU^{2*}

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Tarla Bitkileri Bölümü. Kahramanmaraş, Türkiye

² Pamukkale Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarla Bitkileri Bölümü. Denizli, Türkiye

*Sorumlu Yazar: tbeycioglu@pau.edu.tr

Öz

Soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merrill.) en önemli yağ bitkilerinden birisidir. Baklagiller familyasına ait olup havanın serbest azotunu bağlayarak toprağı azotça zenginleştiren ürünler arasındadır. Tüm yağlı tohumlu bitkilerin dünya genelindeki %53 üretim payına sahip olan soya fasulyesi, tarımsal üretimin büyük bölümünde önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda soya fasulyesi üretim payında en önde olan ülkeler arasında ABD, Çin, Brezilya, Arjantin ve Hindistan gibi büyük ülkeler yer almaktadır. Soya fasulyesi tohumlarında ortalama %36-40 protein, %26 karbonhidrat, %18-24 yağ içermektedir. Yüksek protein kalitesine sahip olan soya fasulyesi hayvansal proteine çok yakın, gelişim ve büyüme açısından olumlu ve hızlandırıcı etkiye sahip çok kıymetli amino asitler içerdiğinden dolayı, farklı alanlarında değerlendirilmektedir. Dünya'da birim ekim alanında en çok protein içeriğine sahip bitki konumunda olan soya fasulyesi, tohumlarından yağı alındıktan sonra geriye kalan küspesi bol miktarda protein içerdiğinden dolayı iyi bir hayvan yemi olarak, özellikle yem rasyonlarında yüksek oranda kullanılmakta ve yeşil gübre olarak da değerlendirilmektedir. Ülkemizde son beş yıllık verilere göre soya ekim alanında artış ve azalışlar olmakla birlikte, 2022 yılında bir azalış olduğu görülmektedir. 2021 yılı soya ekim alanı 44 bin da seviyelerine ulaşmıştır. 2022 yılında ise ekim alanı 38 bin da alanda gerçekleşmiştir. Dekara verim ise son beş yıllık ortalama göre 423.2 kg/da olarak belirlenmiştir. Üretim aşamasında soya fasulyesi üretim ve kaliteyi etkileyen faktörlerin başında; hastalık ve zararlı, yabancı ot, sıcaklık ve kuraklık stresi, su ve besin elementi eksikliği, hasat sonrası ürünün nem içeriği, depolama koşulları uluslararası pazarda soya fasulyesi ticaretinde öne çıkan belli başlı sorunlardır. Soya fasulyesi dünya ticaretinde hak ettiği değere ulaşabilmesi için belirtilen başlıca sorunların çözülmesi önem arz etmektedir. Bu sorunlar, üreticilerin teknik, bilgi, beceri ve donanımlarının artırılması, ayrıca stres koşullarına toleranslı soya fasulyesi çeşitlerinin ıslahı ve depolama koşullarının iyileştirilmesi ile çözülebilir.

Anahtar kelimeler: soya fasulyesi, üretim potansiyeli, sorunlar

Production Potential of Soybean Plant in Turkey and Problems Encountered in Production

Abstract

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) is one of the most important oil crops. It belongs to the legumes family and consists of products that enrich the nitrogen in the air by binding the free nitrogen of the air. Soybean, which has a 53% production share of all oilseed plants worldwide, has an important place in most of the agricultural production. Large countries such as the USA, China, Brazil, Argentina and India are among the leading countries in the soybean production share in recent years. Soybean seeds contain an average of 36-40% protein, 26% carbohydrates, 18-24% oil. Soybean, which has high protein quality, is evaluated in different fields because it contains very valuable amino acids that are very close to animal protein, have positive and accelerating effects in terms of development and growth. Soybean, which is the plant with the highest protein content per unit planting area in the world, is used as a good animal feed, especially in feed rations, and is also considered as green manure, since the pulp that is left after the oil is removed from its seeds contains plenty of protein. According to the data of the last five years in our country, although there is an increase and decrease in the soybean cultivation area, it is seen that there is a decrease in 2022. Soybean cultivation area in 2021 reached 44 thousand da. In 2022, the cultivation area was 38 thousand da. The yield per decare was determined as 423.2 kg/da according to the average of the last five years. At the beginning of the factors affecting the production and quality of

soybean in the production phase; diseases and pests, weeds, heat and drought stress, lack of water and nutrients, moisture content of the post-harvest product, storage conditions are the main problems that stand out in soybean trade in the international market. In order for soybean to reach the value it deserves in world trade, it is important to solve the main problems mentioned. These problems can be solved by increasing the technical, knowledge, skills and equipment of producers, as well as breeding stress-tolerant soybean varieties and improving storage conditions.

Keywords: soybean, production potential, problems

1.Giriş

Soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merrill.), yirmi birinci yüzyıl için alternatif bir insan beslenmesi ve biyoenerji kaynağı olarak görüldüğü için tüm dünyada yaygın olarak yetiştirilen altın fasulye veya mucize fasulye olarak kabul edilen bir baklagil bitkisidir (Singh et al. 2018; Islam et al. 2019). Yetiştiriciliği Kuzey Amerika'da yaygın olarak yapılan Soya fasulyesi (*Glycine max* (L.)), M.Ö 1100' lü yıllarda Kuzey Çin'de kültüre alınmış, ardından Asya ülkelerinde üretimine başlanmıştır (Anonim, 2015).

Soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merrill.) dünyadaki en önemli baklagil bitkilerinden olup tohumları hem protein hem de bitkisel yağ açısından önemli bir yere sahiptir. Buğday, pirinç ve mısır gibi diğer tahıllarla karşılaştırıldığında soya fasulyesi, protein ve yağ açısından zengin bir içeriğe sahiptir. İçeriğinde %35 protein, %25-30 karbonhidrat, yeteri düzeyde çoklu doymamış yağ asitleri, antioksidanlar, mineraller, vitaminler ve lif içermektedir (Bueno ve ark. 2018). Bununla birlikte Soya fasulyesi, gıda, bitkisel yağ ve hayvan yemi olarak, aynı zamanda kalp hastalığı, kanser ve diyabete karşı korunmak için aktif olarak kullanılmaktadır. (Ahmad ve ark. 2014; Singh ve ark. 2017; Dixit ve ark. .2011).

Soya fasulyesi esas olarak yağ üretmek, insan ve hayvan beslemesi için yetiştirilen baklagil bitkisi olması nedeniyle, dünya genelinde yaklaşık toplam 130 milyon ha alanda 371 milyon ton üretilmektedir (FAOSTAT, 2021).

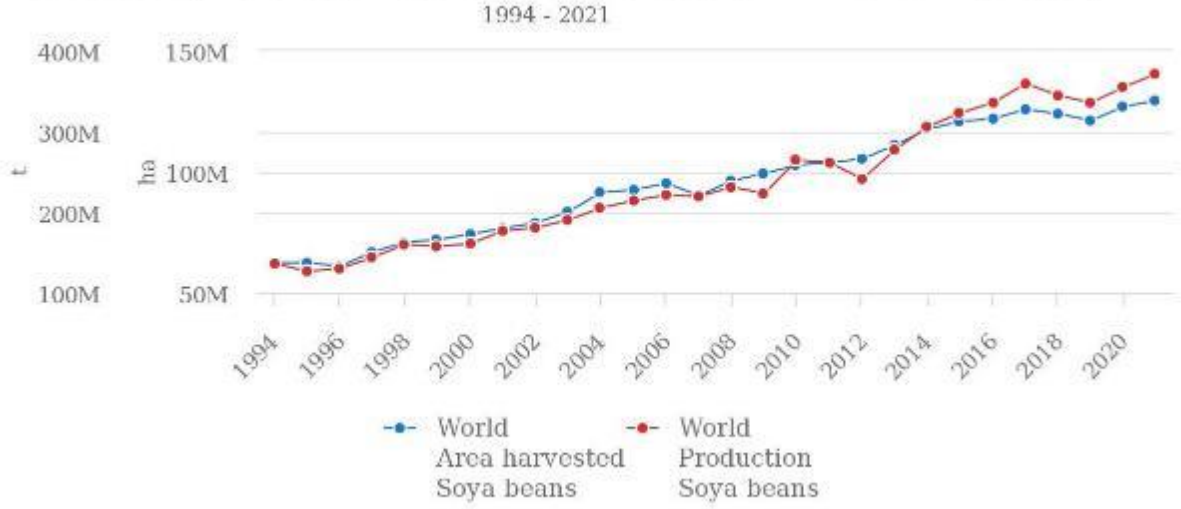
Dünyada yetiştiriciliği her geçen gün artan ve birçok alanda tüketilen soya fasulyesi artan nüfusla beraber önemli bir gıda ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Aynı zamanda soya fasulyesi ortalama verim açısından dünyadaki birçok ülkede ön plana çıktığı da bilinmektedir. Bununla birlikte soya fasulyesi veriminde azalışların sebebi arasında küresel düzeyde değişen iklim senaryolarının bir sonucu olarak son zamanlarda artan biyotik ve abiyotik stresler bulunmaktadır.

Ülkemizde soya fasulyesi üretim miktarının artırılabilmesi adına ise hastalık ve zararlılarla etkin mücadele, yabancı ot zararlarını en aza indirme, bitki besleme, sulama ve uygun yetiştirme tekniklerinin uygulanması önem taşımaktadır. Ayrıca soya fasulyesinde verimi etkileyen en önemli kriterler arasında ise tohumluk ve çeşit seçimi de ön plana çıkmaktadır.

2. Dünya ve Türkiye soya fasulyesi ekim alanı ve üretim miktarı

İnsan beslemesi için çok önemli olan yağlar, hayvansal ve bitkisel kaynaklardan sağlanmaktadır. Küresel dünyada artan taleplerden dolayı hayvansal yağların üretiminin pahalı ve yetersiz olması nedeniyle, ihtiyaç duyulan yağın önemli bir kısmı bitkisel kaynaklardan karşılanmaktadır. İnsan beslenmesinde bitkisel yağlar, yağlı tohumlu bitkilerden elde edilirken, bitki çeşit ve özelliğine göre değişen oranlarda yağ içermektedir. Yağ bitkilerinin tohumları endüstriyel yolla işlenerek ham yağ elde edilirken bunun yanı sıra rafine işleme yapılarak kullanılmak üzere piyasaya arz edilmektedir.

Production/Yield quantities of Soya beans in World + (Total)



Şekil 1. Soya fasulyesine ait Dünyada toplam hasat edilen alan ve üretim miktarı değerleri (FAOSTAT, 2023).

Soya fasulyesi, sadece yağlı tohum bitkisi, hayvancılık ve su ürünleri yetiştiriciliği için yem kaynağı olarak değil, aynı zamanda insan beslenmesi için iyi bir protein kaynağı ve son zamanlarda biyodizel hammaddesi olarak dünyanın en değerli ürünler arasında yer almaktadır (Masuda ve Goldsmith, 2009). Soya fasulyesinin kullanım alanlarının genişlemesi ve insan beslenmesindeki öneminin her geçen gün anlaşılması ile dünya ve ülkemizde soya fasulyesi ekim alanları ve üretimi artmıştır. 2021 yılı FAO verilerine göre dünyada 129 milyon ha alanda soya fasulyesi ekimi gerçekleştirilmekte olup, dünya soya fasulyesi üretimi 371 milyon tondur (Şekil 1.). 1994 yılında itibaren dünyada ekilen alan ve üretim miktarı yaklaşık üç katına çıkmıştır. Ülkemizde ise 44 bin ha alanda üretim gerçekleşmiş olup, üretim miktarı 182 bin ton olmuştur.

	Yıl	Akdeniz	Batı Anadolu	Batı Karadeniz	Batı Marmara	Doğu Karadeniz	Doğu Marmara	Ege	Güneydoğu Anadolu	Orta Anadolu	Türkiye
Ekilen Alan (da)	2020	322	456	18108	328	-	54	52	8853	28	351
	2021	991	470	19161	472	30	39	11	15140	-	343
	2021	402	465	21020	491	30	15	17	6814	230	438
	2022	434	296	339	534	-	259	38	279	107	917
	2022	246	351	334	439	267	154	30	268	-	380
Verim (kg/da)	2020	452	296	339	534	-	259	38	279	107	442
	2021	424	351	334	439	267	154	30	268	-	415
	2022	415	265	341	403	267	400	27	301	500	408
Üretim Miktarı (ton)	2020	146	135	6132	175	-	14	20	2468	3	155
	2021	098	165	6393	207	8	6	33	4060	-	225
	2021	170	123	7177	198	8	6	49	2050	115	182
	2022	824	144	827	198	8	6	49	2050	115	000

Çizelge 1. Bölgelere göre son yıllara ait soya fasulyesi üretim değerleri (TÜİK, 2022).

Çizelge 1' e bakıldığında bölgelere göre en fazla soya ekim alanı Akdeniz bölgesinde gerçekleşirken, bölge Türkiye ortalamasının üzerinde bir verime sahip olmuştur. En fazla ekim alanı Akdeniz bölgesinde gerçekleşirken, bu bölgeyi Batı Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri takip etmiştir. Batı Karadeniz bölgesinde son üç yılda ekim alanında artışlar gözlemlenmiştir. Bu bölgede ortalama verim 338 kg/da olarak belirlenmiştir. Türkiye ortalamalarına bakıldığında ise son üç yılda ekim alanında artış ve azalışlar görülürken, ortalama verim ise 408-442 kg/da arasında değişim göstermiştir.

3.Soya fasulyesi üretimine ilişkin önemli sorunlar

Dünyada ve ülkemizde soya fasulyesi üretiminde önemli sorunlar ile karşılaşmaktadır. Bu sorunlar tohumluk seçimi, hastalık ve zararlı, yabancı ot, sıcaklık, su ve kuraklık stresi, besin elementi eksikliği ve hasat sonrası karşılaşılan sorunlardır.

3.1. Hastalık ve zararlı sorunları

Soya fasulyesinde verim azalışına neden olan çok sayıda hastalık ve zararlı bulunmaktadır. Hastalıklar şu şekildedir;

Bakteriyel yanıklık (Poseodomonas trifoliorum): Bakteriyel yanıklık soya fasulyesinin en yaygın bakteriyel hastalığı olup, dünyada soya fasulyesi üreten tüm bölgelerde görülmektedir. Bu hastalık genç bitkilerde görülen ilk yaprak leke hastalıklarından biridir. Bakteriyel yanıklığın, ağır hastalık baskısı altındaki duyarlı çeşitlerde önemli verim düşüşlerine neden olduğu bildirilmiştir. Bakteriyel yanıklık yaprak hastalığı olup, semptomlar saplarda, yaprak saplarında ve baklalarda ortaya çıkabilmektedir. Yaprakta belirtiler küçük, köşeli, yarı saydam, suda ıslanmış sarı ile açık kahverengi lekeler olarak başlayıp, lekeler büyüdükçe merkezleri kırmızımsı kahverengiye dönüşür, çukurlaşır ve sarımsı yeşil bir hale ile sınırlanan su ile ıslanmış bir kenar ile çevrelenir. Bu hastalığın mücadelesinde öncelikli olarak bakteriyel yanıklığa dirençli çeşitler tercih edilmelidir. Kültürel uygulamaları, yüksek kaliteli, hastaliksız ari tohumların ekilmesi ve ürün kalıntılarının hızlı bir şekilde ayrışmasına yol açan toprak işleme uygulamalarının kullanılmasından oluşur. Bakteriyel yanıklık geçmişli olan arazilerde dar sıra genişliklerinden ve yüksek bitki popülasyonlarından kaçınılmalıdır.

Antraknoz (Colletotrichum sp.): Antraknoz tohum kalitesini ve verimi %16 ile %26 oranında azaltmaktadır. Bu hastalık bakla enfeksiyonları, gövde ve yaprak sapı enfeksiyonlarından daha fazla verim kaybına neden olabilmektedir. Soya fasulyesi gelişiminin tüm aşamalarında bu hastalığa duyarlı olup, enfekte tohumlar ekildiğinde çıkış öncesi ve sonrası nemlenme meydana gelmektedir. Yeni çıkan bitkilerde, kotiledonlarda koyu kahverengi, çökük lezyonlar gelişir. Bu lezyonlar, koşullar hastalık gelişimini desteklediğinde gövde boyunca uzanabilir, bir veya her iki kotiledonun suyla ıslanmasına, solmasına ve gövdeden ayrılmasına neden olabilmektedir. Antraknoz mücadelesi, yüksek kaliteli, hastaliksız tohum kullanımı ve soya fasulyesi kalıntısını azaltan toprak işleme veya rotasyon uygulamalarını içermektedir. Ayrıca bakla gelişiminin başlangıcı (R3) ile ilk tohum oluşumu (R5) arasında bir mantar ilacı uygulamak antraknozla mücadelede etkili olabilmektedir. Buna ek olarak fungusit tohum uygulamaları da antraknozun fideler üzerindeki etkilerini en aza indirmektedir.

Kök Çürüklüğü (Phytophthora megasperma): Bu hastalık, kötü drenajlı topraklarda en şiddetli şekilde görülmektedir. Yüksek oranda duyarlı soya fasulyesi çeşitlerinin ekiminin yapılması bitki kayıplarına ve %100 verim düşüşlerine neden olabilmektedir. Belirtiler soya fasulyesi gelişiminin herhangi bir aşamasında görülebilir ve şiddeti soya fasulyesinin duyarlılığına bağlıdır. Duyarlı, toleranssız çeşitlerde, yaşlı fidelerin gövdeleri su ile ıslanmış gibi görünebilmekte ve yapraklar klorotik hale gelebilmektedir. Genel olarak, bu bitkiler solmaya başlar ve hızlıca ölmektedir. Bu hastalıklardan başka soya fasulyesinde kök yanıklığı (*Rhizoctonia solani*), sap kanseri (*Diaporthe phaseolorum*), Fusarium (*Fusarium sp.*), Yaprak leke (*Cercospora sojina*), mildyö (*Peronospora trifolorum*) ve kömür çürüklüğü (*Macrophomina phaseolina*) görülebilmektedir.

Mücadele yöntemleri başında bu hastalığa karşı tolerant soya çeşitleri ekilmelidir. Ayrıca münavebe (ekim nöbeti), temiz tohum kullanma ve tohum ilaçlaması hastalıklarla mücadele en etkin yöntemlerden bazılarıdır.

Zararlılar ise:

Beyaz Sinek (Bemisia tabaci Genn.): Beyaz sinek (*Bemisia tabaci*) soya fasulyesinde önemli bir zararlı türü olup, mücadelesindeki zorluklar nedeniyle bu üründe ciddi ekonomik kayıplara yol açmaktadır. Akdeniz Bölgesi'nde beyaz sinek yoğunluğu temmuz ayının başında artmaya başlar ve ağustos ayında zirveye ulaşır. Bir dişi ergin bir nesilde 160 yumurta bırakır ve yılda 11-12 nesil geçirir (OISAT, 2004). Beyazsinek doğrudan beslenerek ürün verimini düşürür ve aynı zamanda çok sayıda bitki virüsünün vektörüdür. Beyaz sinek nimfleri ve erginleri floemde beslenir ve çeşitli şekerler içeren özsu elde ederler (Hendrix ve ark., 1992). Soya fasulyesindeki zarar hem nimflerin hem de erginlerin yapraklardan özsu emmesiyle oluşur. Beyaz sinekler bol miktarda bal özü salgılar. Metabolize şekerler içeren bu bal özü, ışık penetrasyonunu engelleyen ve fotosentezi azaltan koyu renkli isli bir küfün gelişmesi için uygun bir ortam oluşturur. Beyaz sinek istilası genellikle bakla dolum döneminde en yoğun şekilde görülür ve ciddi verim düşüşlerine neden olabilir. Beyaz sinekle kimyasal mücadelenin pahalı olduğu kanıtlanmıştır ve insektisitler etkilerini hızla kaybetmektedir (Byrne ve ark., 2003; Ullah ve ark., 2006). Bu nedenle, beyaz sineklerin yoğun olarak istila ettiği bölgelerde yetiştirilen çeşitlerin beyaz sineklere karşı dayanıklı olması gerekmektedir.

Karadrina (Spodoptera exigua) ve Yeşilkurt (Heliothis spp.): *Spodoptera spp.* larvaları, polifag doğaları nedeniyle dünya çapında önem kazanan ve ekonomik olarak önemli ürünlerde önemli kayıplara neden olan zararlılardır. *Spodoptera litura* (F.) ve *S. exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) soya fasulyesinde yaprak dökülmesine neden olan ve bunlardan ilki yaygın kesici olan zararlılardır. Larvalar yapraklarla beslenerek çok fazla miktarda yaprak dökülmesine yol açar ve soya fasulyesinde tozlanma-döllenme döneminde tahribat meydana getirmektedir (Chattopadhyay et al., 2019). Yeşilkurt ise bitkide karadrina gibi gelişimin ileri dönemlerinde yaprakları yiyerek zarar vermektedir. Bu tür zararlılara etkin ilaçlama yapılarak mücadele yapılabilmektedir.

Prodenya (Spodoptera littoralis): *Spodoptera* cinsinin tırtılları hem vejetatif hem de generatif dönemlerde büyük oranda zarar vermektedir (Moscardi ve ark., 2012). *Prodenya* yoğunluğunun fazla olması durumunda kimyasal ilaçlama yapılması gerekmektedir. Ayrıca tüm zararlıların mücadelesinde ekim nöbeti, yabancı ot kontrolü vb. kültürel önlemler yapılması gerekmektedir.

Kokulu böcek (Nezara viridula): *Nezara viridula* soya fasulyesi bitkisinin en önemli zararlılarından bir tanesidir. *N. viridula*, gövde (Panizzi ve Rossi, 1991) ve yaprak damarları dahil olmak üzere bitkinin tüm kısımlarına zarar verebilir, ancak genellikle meyve veren yapılar ve büyüyen sürgünler ile beslenmektedir (Todd ve Herzog, 1980; Panizzi ve Slansky, 1991). Genel olarak delici ve emici ağız parçaları ile bitki dokularını delerek küçük, sert, kahverengimsi veya siyahımsı lekeler oluşturmaktadır. Ayrıca kokulu böceğin emgi yaptığı tohumlar çimlenememektedirler. Böcekler tarafından bitkiye zarar genellikle bitki alt kısımlarından başladığı için genellikle üreticiler bu zararı fark edemezler. Bundan dolayı üreticiler iyi bir gözlem yapmalıdırlar. Yoğunluk fazla ise kimyasal mücadele yöntemi uygulanmalıdır (Arioğlu, 2014).

Kırmızı örümcek (Tetranychus spp.): Soya fasulyesinde kırmızı örümcek bitki ve yaprakların öz suyunu emerek zarar vermektedir. Ayrıca Kırmızı örümcekler aracılığıyla da birçok virüste yayılmaktadır. Mücadele yöntemleri arasında kültürel, kimyasal ve biyolojik önlemler yer almaktadır. Kültürel önlemler hasat sonrasında, artıkların tamamen araziden temizlenmesi ve imha edilmesi gerekmektedir. Benzer şekilde yabancı ot mücadelesi yapılmalıdır. Bununla birlikte fazla azotlu gübre kullanımı popülasyonu arttırdığından dolayı aşırı miktarda gübre uygulamasından kaçınılmalıdır. Ayrıca kırmızı örümcek zararını en az seviyelere getirilebilmek için kimyasal ilaçlamada yapılmalıdır.

3.2. Yabancı ot sorunları

Soya fasulyesi (*Glycine max* (L.) Merrill) dünya çapında önemli bir yağlı tohum bitkisi olup yabancı ot rekabeti nedeniyle ağır zarar görebilmektedir. Yabancı otlardan kaynaklanan kayıplar, soya fasulyesi üretimini sınırlayan en önemli faktörlerden biri olmuştur. Yabancı otlar, ürün verimini azaltmasının yanı sıra, kalitenin düşmesi, hasat sırasında kayıp ve zorluklara neden olması ve hastalıklara ve zararlılara konukçuluk yapması gibi başka sorunlara da neden olabilmektedir. Yabancı otların soya fasulyesi hastalıkları ve zararlıları için alternatif konakçılar olarak rol oynadığı ve hastalık ve zararlılarla mücadele edilmesi yüksek üretim maliyetlerine neden olduğu göz ardı edilmemelidir. Yabancı otlar ayrıca bitkinin gelişimine son derece zararlı olan toksinleri de serbest bırakabilmektedir.

Soya fasulyesinin ekim sıklığından ve başlangıçtaki yavaş büyüme hızı yabancı otların çok miktarda büyümesi için uygun bir ortam sağlamaktadır. Yabancı otlarla mücadele kritik aşamada verimli bir şekilde yönetilmezse bitkinin büyümesi ve verimliliği üzerinde ciddi bir rekabet stresine yol açmaktadır. Bu nedenle etkili yabancı ot kontrolü, ekonomik soya fasulyesi üretimi için en önemli uygulamalardan biridir. Bununla birlikte soya fasulyesi çapa bitkisi olduğu için gelişme dönemlerinde hem yabancı ot kontrolü hem de toprağın havalanması için en az 2-3 kez çapalama işlemi yapılmalıdır (Arıoğlu, 2014). Genellikle soya fasulyesi tarımı yapılan arazilerde yabancı ot mücadelesi çapalama işlemi ile yapılmaktadır. Aynı zamanda kimyasal yollarla da sorun ortadan kaldırılmaktadır. Soya fasulyesi arazilerinde en çok sık rastlanılan yabancı otlar şu şekildedir;

Topalak (*Cyperus* sp.), Yapışkan ot (*Seteria* sp.), Sirken otu (*Chenopodium album*), Horoz ibiği (*Amaranthis* sp.), Köpek üzümü (*Solanum nigrum*), Su otu (*Digitaria* sp.), Kanyaş (*Sorghum halepense*), Pıtrak (*Xanthium* sp.), Çoban değneği (*Polygonum* sp.), Semiz otu (*Portulaca oleracea*), Darıcan (*Echinochloa* sp.). Ayrıca soya fasulyesinde kullanım zamanlarına göre yabancı ot ilaçları mücadelede etkin bir şekilde uygulanmaktadır. Ekim öncesinde kullanılan yabancı ot ilaçları; Trifluralin, nitralin, vernolate, dinitramine, profluralin ve trifluralin+metribuzin etken maddeli ilaçlardır. Çıkış öncesinde alachlor, linuron, chlorbromuron, oryzalin, naptalam + dinoseb, chloramben ve metribuzin etken maddeli ilaçlar, çıkıştan sonra dinoseb, linuron, paraquat ve 2.4-DB etken maddeli ilaçlar kullanılabilir (Arıoğlu, 2014).

3.3. Su stresi

Su, bitkisel ürün yetiştiricinin temelini oluşturmaktadır. Yüksek nitelikli ve kaliteli ürün elde etmek için suyun en etkin şekilde kullanılması gerekir. Ancak, verim artışının üst sınırını, iklim etmenleri ile bitkinin genetik yapısı oluşturmaktadır. Optimum düzeyde bitki gelişimi ve yüksek verim elde etmek, gereksinim duyulan su miktarının zamanında ve yeterli şekilde verilmesi ile elde edilebilir (Doorenbos ve Kassam 1979).

Soya fasulyesinin su ihtiyacı, yetiştirme mevsimi, ürün çeşidi, sulama yöntemi, yağış miktarı vb. faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Örneğin, çok sıcak yaz aylarında yetiştirilen bir ürün, daha ılıman aylarda yetiştirilenlere göre daha fazla suya ihtiyaç duymaktadır. Daha geçici çeşitler, erkenci çeşitlere göre daha yüksek miktarda su ihtiyacı duyabilmektedir.

Farklı sulama yöntemlerinin verimliliği farklılık gösterir ve bu da sonuç olarak soya fasulyesinin su ihtiyacını etkiler. Yağış optimum düzeyde ve iyi dağıldığında, yüksek tohum verimi elde etmek için sulamaya hiç gerek olmayabilir veya çok az sulama gerekebilir. Soya fasulyesi için ürün yetiştirme döneminde ortalama net sulama ihtiyacının 367 mm olduğu belirlenmiştir (Lamm ve ark., 2007). Bununla birlikte, su gereksinimi (veya uygulanan sulama suyu miktarı) topraktaki nem azalmasına göre değişiklik göstermektedir (Al-Assily ve Mohamed, 2002).

Soya fasulyesinde ilk sulama ana ürün koşullarında ekim yapılan arazilerde bitkinin su ihtiyacına göre belirlenmektedir. İkinci ürün ekimlerinde ise soya fasulyesi bitkisinin bitki boyu 10-15 cm'ye ulaştığında

ve ilk çiçeklenme başlangıcında yapılmalıdır. Bitki gelişim ve sıcaklık durumuna göre en az 3-5 kez, bitkilerin sararmaya başladığı evreye kadar sulaması yapılmalıdır (Arioğlu, 2014).

3.4. Besin elementi noksanlığı

Soya fasulyesinde verimliliği arttırmak için en uygun ve etkili bir bitki besleme yöntemi uygulanmalıdır. Bitkide mineral element bileşimi toprak verimliliğine göre önemli ölçüde değişebilir ve topraktaki besinler arasındaki dengesizlikten etkilenebilir. Bununla birlikte optimum koşullar altında bitkiler bölgeden bağımsız olarak oldukça homojen bir bileşim gösterir. Havadan alınan karbon, hidrojen ve oksijen kuru madde üretiminin %90'ını oluşturmaktadır. Ancak, diğer makro ve mikro elementler toprakta yeterli miktarda bulunmadığı sürece bitki besin elementlerinden yeterince faydalanamaz. Bitkinin en çok ihtiyacına göre sırasıyla bu temel elementler azot, potasyum, kalsiyum, magnezyum, fosfor ve kükürttür. Hektar başına 2,5 ton tohum veren bir soya fasulyesi ürünü topraktan yaklaşık 125 kg azot, 23 kg fosfor, 101 kg potasyum, 22 kg kükürt, 35 kg kalsiyum, 19 kg magnezyum, 192 g çinko, 866 g demir, 208 g manganez ve 74 g bakır kaldırmaktadır ((Pasricha and Tandon, 1989; Tandon, 1989). Bir bitkide besin elementi eksikliğinin belirtileri şu şekildedir; azot eksikliği olan bitkilerin rengi solar ve yaprakları sarımsı bir tonla soluk yeşile döner. Yapraklar daha sonra tüm yüzeyleri boyunca belirgin bir şekilde sarı hale gelebilir (Borkert ve Sfredo, 1994). Bu belirti genellikle ilk önce alt yapraklarda görülür, ancak hızla üst kısımlara yayılır. Bitkide oldukça hareketli olan azotun yaşlı dokulardan genç yapraklara taşınması nedeniyle semptomlar en son genç yapraklarda görülür ve bitkinin büyüme hızı da azalmaktadır. Fosfor eksikliği, büyüme hızının yavaşlamasına, küçük, koyu yeşil veya mavimsi yeşil yaprakçıklara neden olmaktadır. Bitkideki fosforun yüksek hareketliliği nedeniyle, yetersiz koşullar altında genç yapraklar yaşlı yapraklardaki fosforu tüketerek semptomların ilk önce yaşlı yapraklarda ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Borkert ve Sfredo, 1994). Potasyum eksikliği olan bitkilerde ise önce yaprak kenarları sararır, sararma içe doğru yayılır. Yaprığın merkezi ve tabanı yeşil kalır. Ciddi durumlarda yaprak kenarları ölür (Fauconnier, 1986). Potasyumun hareketliliğinin bir sonucu olarak, bu belirtiler genellikle ilk olarak daha olgun yapraklarda görülür. Potasyumun aşırı derecede eksik olduğu soya fasulyesi buruşuk, küçük, şekilsiz tohumlar üretir ve olgunlaşma gecikmektedir.

Bir ürünün besin gereksinimleri toprak ve iklim koşullarına, çeşide, verim düzeyine, ekim sistemine ve yönetim uygulamalarına göre değişimi söz konusudur. Soya fasulyesi, toprakta uygun Bradyrhizobium bakterileri mevcutsa veya tohum uygun şekilde bakteri ile aşılansınca havanın serbest azotunu toprağa bağlayabilmektedir. Bitkiler çimlenmeden yaklaşık 4 hafta sonra önemli miktarda havanın serbest azotunu fikse etmeye başlamaktadır. Yapılan araştırmalar, soya fasulyesinin azotunun %25 ila %75'ini fiksasyondan elde ettiğini göstermektedir (Deibert ve ark., 1979).

Baklagillerde azotlu gübreleme nadir yapılmaktadır. Soya fasulyesi için azotlu gübre uygulanıp uygulanmaması birçok faktörle ilişkilidir. Bunlardan bazıları, azot fiksasyonunu baskılayan azotlu gübreleme, toprağın azot bağlama kapasitesindeki değişkenliği, toprağın su durumu ve genel olarak çevresel koşullardır. Ayrıca yapılan araştırmalarda azot fiksasyonunun, azotlu gübrelerle desteklenmesi, bitki büyümesini arttırmanın bir yolu olarak kabul edilmiştir. Araştırmalar, baklagillere büyük miktarlarda azotlu gübreler uygulandığında simbiyotik azot fiksasyonu sürecinin verimli bir şekilde gerçekleşmediğini de göstermiştir. Bununla birlikte, düşük seviyelerde azot uygulamalarının, erken kök ve yaprak gelişimini iyileştirdiği, nodül oluşumunu ve azot fiksasyonunu yarıdığı gözlemlenmiştir. Singh ve ark. (1998), azot eksikliği olan topraklarda soya fasulyesi için başlangıç dozu olarak 35 kg N ha⁻¹lik oranlarda uygulanmasını tavsiye etmiştir. Soya fasulyesinin fosfor ihtiyacı; toprağın asitliğine, toprağın organik madde düzeyine ve kil içeriğine bağlıdır. Eğer yeterince toprakta fosfor yok ise, bitkinin fosfor ihtiyacını gübreleme ile verilmesi gerekmektedir. Fosforlu gübreleme bitki verimliliğini arttırmanın yanı sıra tane kalitesine de yükseltmektedir. Eğer yaklaşık 400 kg/da verim alabilmek için taban gübresi olarak dekara 6-14 kg arasında P₂O₅ gübresi uygulanmalıdır (Arioğlu, 2014). Potasyum gübrelemesi ise toprakta mevcut potasyum durumuna, yağış ve diğer temel bitki besin maddelerinin içeriği gibi bitki büyümesini sınırlayan diğer faktörlere bağlıdır. Soya fasulyesi için tavsiye edilen potasyum oranları toprağın potasyum içeriğine göre değişmektedir (Fauconnier, 1986). Yapılan çalışmalarda Peru'da önerilen oran, düşük potasyumlu topraklar için 80 ila 120 kg ha⁻¹ arasında, yüksek verimli topraklar için ise 20-40 kg ha⁻¹ arasında değişmektedir. Yarı kurak veya Akdeniz bölgelerinin

toprakları aşırı derecede yıkanma göstermez ve yüksek bir Katyon değişim kapasitesine (CEC) sahiptir. Bu gibi topraklarda 50–83 kg K ha⁻¹ potasyum uygulaması yapılmalıdır. Ilıman bölgelerde toprağın potasyumca yüksek veya düşük olduğu düşünüldüğünde ve beklenen verime göre 58-125 kg K ha⁻¹'in düzenli olarak uygulanması tavsiye edilmektedir (Fauconnier, 1986). Çeşitli faktörler zamanla topraktaki kükürtün azalmasına neden olur. Bitkisel olarak mevcut olan kükürt, öncelikle bitki kalıntılarının ve topraktaki organik maddenin ayrışmasından elde edilir. Kükürt eksikliği, düşük kükürt içeren, kumlu dokuya sahip, organik madde bakımından düşük ve yüksek sızıntıya yatkın topraklarda görülmektedir. Çeşitli çalışmalara dayanarak, toprak <10 mg S kg⁻¹ seviyelerinde kükürt tespit edilirse kükürt eksikliği olduğu kabul edilmiştir. Kükürtün toprak test değerine bağlı olarak, soya fasulyesi de dahil olmak üzere yağlı tohumlu bitkilere kükürtün optimum uygulama oranının 15 ile 60 kg S ha⁻¹ arasında değiştiği bulunmuştur (Singh, 1999). Ayrıca asitli toprakları iyileştirmek amacıyla toprak pH'ını artırmak için dolomitik kireçtaşı kullanılırsa soya fasulyesinin kalsiyum ve magnezyum ihtiyaçları karşılanabilmektedir (Singh, 2010).

4.Hasatta karşılaşılan sorunlar

Soya fasulyesi, tohumlar olgunlaştığında ve yapraklar kurduğunda hasat edilir. Bitki ekimden hasada kadar 90-110 günlük normal bir üretim döngüsü ile oldukça verimli bir üründür. Soya fasulyesi, aşırı kurutulmuş tohumların parçalanmasından kaynaklanan tarla kayıplarını önlemek ve güvenli depolama nem içeriğine ulaşmak için kurutma süresini azaltmak amacıyla %13-15 nem içeriğinde hasat edilmektedir. Nem içeriği %12'nin altında hasat edildiğinde ise tohum çatlaklarına ve parçalanma kayıplarına neden olmaktadır. Tohum büyüklüğü genotipe ve üretim ortamına bağlıdır (Singh, 2010). Hasat esnasında dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekildedir; biçerdöver ile biçim esnasında uygun hasat tablaları kullanılmalıdır. Aynı zamanda tanedeki nem içeriğinin %13 seviyelerine ulaştığı an hasat edilmesi, hasat sırasında biçerdöver hızının 5 km/sa üzerine çıkmaması gerekmektedir. Ayrıca hasat edilen arazilerde yabancı otlu veya bitkilerin yeşil kalmamasına özen gösterilmelidir. Aksi takdirde biçerdöver yüksek devirde çalışacağından dolayı hasat esnasında tohum kayıpları yaşanabilmektedir (Arioğlu, 2014).

4.1.Kurutma ve depolama

Hasattan sonra soya fasulyesinin işlenmesi veya tüketilmesine kadar geçen sürede depolanması gerekmektedir. Depolama süresi birkaç ay ile bir yıl arasında değişebilir. Daha iyi ve uzun süreli depolama için kurutma ve depolama öncesinde soya fasulyesinin yabancı maddelerden, yabancı ot tohumlarından ve ince tanelerden arındırılması ve küf, böcek veya böcek hasarlı tohumlardan arındırılması gerekmektedir (Parde ve ark., 2002). Tohum yığınındaki yabancı maddeler havalandırma sırasında hava akışında düzensizlik yaratabilir. Bu durum küf veya böcek büyümesi için alan sağlayabilen, havalandırılmayan alanların oluşmasına neden olur. Hava filtreli temizleyiciler, soya fasulyesi tohumlarındaki yabancı maddeleri çıkarmak için kullanılabilir. Soya fasulyesindeki yabancı maddeler ABD Standartlarında 3.2 mm'lik yuvarlak delikli elekten geçen tüm maddeler olarak tanımlanmaktadır (Spencer, 1976). Hasat edilen soya fasulyesinin nem içeriği depolama için uygun olmadığına kurutma işlemi gerçekleştirilir. Kurutma, tohum solunumu, küf saldırısı ve kızışma nedeniyle bozulma riskini azaltır. Tohum olarak kullanılan soya fasulyesinin güvenli bir şekilde depolanması iki ana parametreye bağlıdır: nem içeriğine ve kurutma sıcaklığına (Singh, 2010). Soya fasulyesi için en uygun kurutma sıcaklığı 38 °C altında, nisbi nem %45-50 arasında olmalıdır.

5. Sonuç

Dünyada ve ülkemizde soya fasulyesi üretimi yağlık ve endüstriyel diğer üretim kollarında değerlendirilmektedir. Nüfus artışına bağlı olarak soya fasulyesinde üretimi arttırmak kaçınılmazdır. Ülkemizde ise soya fasulyesinde üretimi arttırmak için öncelikli olarak üretimde karşılaşılan sorunların en aza indirmek gerekmektedir. Üretimde karşılaşılan belli başlı sorunlar ise; üretim aşamasında, hastalık ve zararlı, yabancı ot, sıcaklık ve kuraklık stresi, su ve besin elementi noksanlığı belli başlı sorunları oluşturmaktadır. Hasat sonrası ise ürünün nem içeriği ve depolama koşulları uygun hale getirilmemesidir. Uluslararası pazarda soya fasulyesi ticaretinde öne çıkan bu sorunların, soya fasulyesi

ürününün dünya pazarında hak ettiği değere ulaşabilmesi için çözülmesi önem arz etmektedir. Karşılaşılan sorunlar, yetiştiricilerin teknik, bilgi, beceri ve donanımlarının artırılması, ayrıca stres koşullarına toleranslı soya fasulyesi çeşitlerinin ıslahı ve depolama koşullarının iyileştirilmesi ile çözülebilir.

Kaynaklar

- Ahmad A, Hayat I, Arif S, Masud T, Khalid N, Ahmed A (2014) Mechanisms Involved in The Therapeutic Effects of Soybean (*Glycine Max*). Int J. Food Prop 17(6):1332–1354.
- Al-Assily, K.A. And Mohamed, K.A. (2002) Soil Moisture Deficit Effect on Some Soybean Genotypes Production in Upper Egypt. Arab Universities Journal of Agricultural Sciences 10, 153–163.
- Anonim, 2015. BASF USA. (2015). Soybean Production Training Module.
- Arioğlu, H. 2014. Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:220. S:57.
- Borkert, C.M. and Sfredo, G.J. (1994) Fertilizing tropical soils for soybean. In: Tropical Soybean: Improvement and Production. Publication Division, Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations, Rome, Italy, pp. 175–200.
- Bueno RD, Borges LL, Arruda KMA, Bhering LL, De Barros EG, Moreira MA (2013) Genetic Parameters And Genotype x Environment Interaction for Productivity, Oil and Protein Content in Soybean. Afr J Agric Res 8:4853–4859
- Byrne FJ, Castle S, Prabhaker N, Toscano NC (2003). Biochemical Study of Resistance to İmidacloprid in B Biotype Bemisia Tabaci From Guatemala. Pest Manage. Sci. 59: 347-352
- Chattopadhyay N, Balasubramaniam R, Attri S D, Kamaljeet Ray, Gracy John, Khedikar S, Karmakar C. 2019. Forecasting of İncidence Ofspodoptera Litura (Tobacco Caterpillar) İn Soybean and Cotton Usingstatistical and Synoptic Approach. Journal of Agrometeorology 21(1): 68-75.
- Deibert, E.J., Jeriego, M.D. and Olson, R.A. (1979) Utilization of 15N fertilizer by nodulating and non-nodulating soybean isolines. Agronomy Journal 71, 717–723.
- Dixit AK, Antony JIX, Sharma NK, Tiwari RK (2011) Soybean Constituents and Their Functional Benefits. In: Opportunity, Challenge and Scope of Natural Products in Medicinal Chemistry. Research Signpost, Kerala.
- Doorenbos, J. And A. H. Kassam. 1979. Yield Response to Water. Irrigation and Drainage Paper No: 33 Fao, Rome, P. 193.
- FAOSTAT. [Http://Faostat.Fao.Org/](http://Faostat.Fao.Org/). 2021.
- Guriqbal Singh, G. S. (Ed.). (2010). *The soybean: botany, production and uses*. CABI.
- Hendrix DL, Wei Y, Leggett JE (1992). Homopteran Honeydew Sugar Composition is Determined By Both İnsect And Plant Species. Comp. Biochem. Physiol. 101B, 23–27.
- İslam I, Adam Z, İslam S (2019) Soybean (*Glycine Max*): Alternative Sources of Human Nutrition and Bioenergy For The 21st Century. Am J Food Sci Tech 7:1–6.
- Lamm, F.R., Stone, L.R. And O'Brien, D.M. (2007) Crop Production and Economics in Northwest Kansas As Related to İrrigation Capacity. Applied Engineering in Agriculture 23, 737–745.
- Masuda, T., & Goldsmith, P. D. (2009). World Soybean Production: Area Harvested, Yield, And Long-Term Projections. International Food And Agribusiness Management Review, 12(1030-2016-82753), 1-20.
- Moscardi, F. Et Al. 2012. Artrópodes Que Atacam As Folhas Da Soja.In: Hoffmann-Campo, C.B.; Corrêa-Ferreira, B.S.; Moscardi, F. (Ed.). Soja: Manejo İntegrado De İnsetos E Outros Artrópodes-Praga. Brasília: Embrapa, P.215–334.
- OISAT (2004): Diverse İnformation At www.Oisat.Org, Mainly Athttp://www. oisat.org/ Crops/Economic_Crops/Cotton.Html As Well Asthe Links on This Homepage.
- Panizzi AR, Rossi CE, 1991. The Role Of Acanthospermum Hispidum İn The Phenology Of Euschistus Heros And Of Nezara Viridula. Entomologia Experimentalis Et Applicata, 59(1):67-74.
- Panizzi AR, Slansky F Jr, 1991. Suitability Of Selected Legumes And The Effect Of Nymphal And Adult Nutrition İn The Southern Green Stink Bug (Hemiptera: Heteroptera: Pentatomidae). Journal Of Economic Entomology, 84(1):103-113.
- Parde, S.R., Kausal, R.T., Jayas, D.S. and White, N.D.G. (2002) Mechanical damage to soybean seed during processing. Journal of Stored Products Research 38, 385–394.

- Pasricha, N.S. and Tandon, H.L.S. (1989) Fertilizer management in oilseed crops. In: Tandon, H.L.S. (ed.) Fertilizer Recommendations for Oilseed Crops – A Guide Book. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India, pp. 27–60.
- Singh B, Singh JP, Singh N, Kaur A (2017) Saponins In Pulses And Their Health Promoting Activities: A Review. Food Chem 233:540–549. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.161>
- Singh I, Pathak J, Mahajan MV, Nehte DS, Singh L (2018) Enhancing Soybean Yield Through Improved Production Technology Under Frontline Demonstration in Madhya Pradesh and Maharashtra. J Community Mobilization Sustain Dev 13:442–446.
- Singh, M., Kundu, S., Tripathi, A.K. and Takkar, P.N. (1998) Nitrogen. In: Tomar, K.P., Rupa, T.R. and Ramana, S. (eds) A Decade of Progress – 1988–1999. IISS Bulletin No. 1. Indian Institute of Soil Science (IISS), Bhopal, India, pp. 29–42.
- Singh, M.V. (1999) Sulphur management for oilseed and pulse crops. All India Coordinated Research Project of Micro- and Secondary Nutrients and Pollutant Elements in Soils and Plants. Indian Institute of Soil Science, Bhopal, India.
- Spencer, M.R. (1976) Effect of shipping on quality of seeds, meals, fats, and oils. Journal of American Oil Chemists' Society 53, 238–240.
- Tandan, H.L.S. (1989) Secondary and Micronutrient Recommendations for Soils and Crops – A Guide Book. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India.
- Todd JW, Herzog DC, 1980. Sampling Phytophagous Pentatomidae on Soybean. In: Kogan M, Herzog DC, Eds. Sampling Methods in Soybean Entomology. New York, USA: Springer-Verlag, 438-478.
- Ullah F, Baloch AF, Badshah H (2006) Studies On Varietal Resistance and Chemical Control of Whitefly (*Bemisia Tabaci* Genn.) in Cotton. J. Biolo. Sci. 6: 261-264.

Türkiye'nin Son Yıllardaki Yemelik Tane Baklagil Üretim Durumu

Rıdvan UÇAR

Pamukkale üniversitesi Ziraat fakültesi Tarla Bitkileri bölümü/Denizli, Türkiye

**Sorumlu yazar: rucar@pau.edu.tr*

Öz

Yemelik tane baklagiller yeryüzünün birçok alanında yetiştirme kabiliyetine sahip, insan ve hayvan beslenmesinde yoğun olarak kullanılan en ucuz protein kaynaklarından biridir. Ülkemiz, dünyada önemli yemelik tane baklagil üreticisi ve tüketicisi konumundadır. Ülkemiz ekim alanı(da) ve üretim miktarı (ton) bakımından nohut, mercimek, fasulye ve bakla ilk dört sırayı oluşturmaktadır. İncelenen yıllardan ortalama bezelye 269 kg/da bakla 259 kg/da fasulye 247 kg/da kırmızı mercimek 151 kg/da nohut 119 kg/da yeşil mercimek 112 kg/da börülce 102 kg/da verim elde edilmiştir. 2010 yılına göre 2020 yılında; bakla ekim alanı ve üretim miktarı azalmış ancak birim alandan elde edilen verim artmış, bezelye ve börülce ele alınan tüm parametreler bakımından düşüş göstermiş, nohut incelenen tüm özellikler açısından artış sağlamış, fasulye üretim ve verim miktarı artmış ancak ekim alanı azalmış, kırmızı mercimek ekim alanı bakımından artış olurken üretim miktarı ve verim değerleri azalmış, yeşil mercimek ekim alanı ve üretim miktarında artış olurken verim değerlerinde düşüş yaşanmıştır.

Son yıllarda sık karşılaştığımız iklim değişikliği, global çapta bulaşıcı hastalıklar (Covid19), savaşlar (Ukrayna, Rusya) vb. durumlarda tarımsal üretimin önemi bir kez daha ortaya çıkmıştır. Bu durumlar da yemelik tane baklagiller kaliteli, ucuz ve kolay erişilebilen protein kaynaklarıdır. Ekim alanı ve üretim miktarı bakımından ilk üç sırada bulunan nohut, mercimek ve fasulyenin verim miktarlarının da aynı oranlarda artırılması sürdürülebilir tarım ve gıda açısından olumlu katkılar yapacaktır. Özellikle yetiştiriciliği diğerlerine göre daha kolay olan nohut ve mercimek tarımının desteklenmesi susuz, kıraç ve kullanılmayan alanların tarıma kazandırılması açısından önem taşımaktadır.

Anahtar kelime: Yemelik tane baklagiller, nohut, fasulye, mercimek, bakla

Production Status of Edible Legumes in Turkey in Recent Years

Abstract

Edible grain legumes are one of the cheapest protein sources that can grow in many areas of the world and are used extensively in human and animal nutrition. Our country is an important producer and consumer of edible legumes in the world. Chickpea, lentil, bean and broad bean constitute the first four ranks in terms of cultivation area (da) and production amount (tons) in our country. The average yield of peas was 269 kg/da, broad beans 259 kg/da, beans 247 kg/da, red lentils 151 kg/da, chickpeas 119 kg/da, green lentils 112 kg/da and cowpeas 102 kg/da. Compared to 2010, in 2020; faba bean cultivation area and production amount decreased but the yield obtained from unit area increased, pea and cowpea decreased in terms of all parameters, chickpea increased in terms of all parameters, bean production and yield amount increased but cultivation area decreased, red lentil cultivation area increased but production amount and yield values decreased, green lentil cultivation area and production amount increased but yield values decreased.

In recent years, the importance of agricultural production has once again emerged in situations such as climate change, global infectious diseases (covid19), wars (Ukraine, Russia), etc. In these situations, edible grain legumes are high quality, cheap and easily accessible protein sources. Increasing the yields of chickpeas, lentils and beans, which are in the top three in terms of cultivation area and production amount, at the same rates will make positive contributions in terms of sustainable agriculture and food. Supporting chickpea and lentil agriculture, which are easier to cultivate than others, is important in terms of bringing dry, barren and unused areas to agriculture.

Keyword: Edible grain legumes, chickpea, bean, lentil, broad bean

Giriş

Yeryüzünde kutup ikliminin hâkim olduğu alanlar hariç dünyanın her yerinde yetişebilen ve bünyesinde yaklaşık 12000 bitki türü barındıran baklagiller familyası; tarımsal üretimi yapılan 200 tür ile önemli bir bitki familyasıdır. Yemelik tane baklagiller (fasulye, nohut, mercimek, bezelye, bakla, börülce), baklagiller familyasının yoğun olarak tarımsal üretimi yapılan, insan ve hayvan beslenmesinde etkin yeri bulunan bitki grubudur. Ülkemizde tarımsal üretimi yapılan yemelik tane baklagillerin tamamı tek yıllık yetişme tabiatındadır. Yeryüzünde yemelik tane baklagiller protein içeriği, yağ içeriği, karbonhidrat içeriği ve diğer besleyici maddeler bakımından insan ve hayvan beslenmesinde oldukça önemli bir bitki sınıfıdır. Dünya nüfusunun artması ve artan nüfusun protein ihtiyaçlarının karşılanması her geçen gün zorlaşmaktadır. Özellikle gelişmişlik düzeyi az olan ülkelerdeki insanların protein ihtiyaçlarının hayvansal gıdalardan karşılamaması yemelik tane baklagillerin bu alanlarda daha kıymetli olmasını sağlamaktadır. Her ne kadar teknoloji ve tarımsal imkanlar artıyor olsa da Afrika ve Asya'nın belirli bölgelerinde insanların açlık problemleri bulunmakta bu problemlerin çözümü içinde bu bitki grubu oldukça faydalı olabilmektedir. Ülkemiz yemelik tane baklagillerin gen merkezlerinden biri olup bu bitki türlerinin en fazla üretildiği alanlardandır. Yemelik tane baklagiller protein, kalsiyum, fosfor, demir, B1 vitaminleri, B2 vitaminleri, niasin, antioksidan ve daha birçok sağlıklı içeriğe sahip olmasının yanında kolesterol içermemesi ve yağ oranının düşük olması açısından insan beslenmesi ve sağlığı açısından oldukça önemli bir bitki grubudur.

Yemelik tane baklagiller protein, mineral madde, amino asit ve çeşitli vitaminler bakımından yüksek içeriğe sahiptir (Şehriali,1998)

Yemelik tane baklagiller insan ve hayvan beslenmesinde önemli olduğu kadar toprak sağlığı, verimliliği ve sürdürülebilirliği içinde oldukça önemlidir. Havadaki serbest azotu bakteriler yardımı ile toprağa bağlamaları, kök yapısı ve işleyişi ile toprak yapısı ve içeriğine olumlu etkileri, kendinden sonra ekilecek bitkilere sağladığı faydalar ve diğer bitkilerin yetiştirilmesinde kullanılan kimyasalların zararlı etkilerinin azaltılması yemelik tane baklagillerin sağladığı diğer faydalardan bazılarıdır.

Yemelik tane baklagiller, Rhizobium bakterileri ile sürdürdüğü ortak yaşam sonucu olarak havadaki serbest azotu bağlayarak toprağın azot bakımından zenginleşmesine katkıda bulunmaktadır (Özdemir 2002).

Yemelik tane baklagiller çoğunlukla yazlık bitkiler olup mercimek ve bakla diğer türlerine oranla soğuğa daha dayanıklıdır. Fasulye, börülce, nohut, bezelye, bakla ve mercimek sıra ile en fazla sıcaklık isteğine sahiptir. Fasulye, börülce, bakla ve bezelye üretim aşamasında su isteği en fazla olan türlerdir. Nohut ve mercimek sulama yapılmadan üretilebilmektedir.

Yemelik tane baklagiller orta ağırlıkta tınlı-humuslu yapıya sahip kireç, azot ve fosfor bakımından zengin toprakları tercih etmektedir. Toprak PH' sının 6-8 ile olması yemelik tane baklagillerin ideal yetiştirilme aralığıdır (Akçin 1988; Kün ve ark. 2005).

Yeryüzünde yemelik tane baklagillerden karşılanan proteinlerin %22'si, karbonhidratların %7'si insan beslenmesinde kullanılırken yine bu gruptan karşılanan proteinlerin %38'i ve karbonhidratların %5'i hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Yemelik tane baklagiller içerdiği %18-32 oranında protein ile kaliteli beslenme, protein açığını giderme ve bunların ekonomik olarak elde edilmesini sağlayan bitki grubudur (Adak vd. 2010).

Yemelik tane baklagiller danelerinin insan beslenmesinde kullanılmasının yanında geri kalan kısımlarının da kolay sindirilebilmesi ve besin değerinin iyi olması nedeni ile hayvan yemi olarak kullanılması bu bitki grubunun önemini artırmaktadır. Bu bitki türlerinin hasat atıkları; düşük oranda (mercimekte %30, bezelyede %40 ve fasulyede %45) selüloz ve tane işleme atıklarında %10-25 oranında protein ihtiva etmektedir (Geçit ve Adak 1999). Yemelik tane baklagillerin hasat atıkları, ülkemizde hayvan beslenmesinde yoğun olarak kullanılan tahıl saplarına oranla 2 kattan daha fazla protein ve sindirilebilirlik sağlamaktadır (Azkan 1999).

Materyal Metot

Materyal

Çalışmada kullanılan veriler; TÜİK tarımsal istatistik veri tabanından alınmıştır (TÜİK, 2023).

Metot

Çalışmada 2010 yılından 2022 yılına kadar olan tahıl istatistikleri kullanılmıştır. Bitki grubuna göre en geniş değişim yüzdeleri belirlenmiş, ilk ve son yıl arasındaki yüzde artış-azalış değişimleri Microsoft Office programları ile sınıflandırılmıştır.

En düşük değere göre en geniş yüzde değişim aralığı

Fark: en yüksek değer- en düşük değer

% artış: fark x 100/ en düşük değer

2010 yılına göre 2022 yılındaki artış veya azalış yüzde değişimi

Fark: en yüksek değer- en düşük değer

% artış, azalış: fark x100/2010 değeri

Türkiye’de Tarım Alanlarının Dağılımı

Ülkemizde tarımsal fayda sağlanan alanların (Toplam tarım alanı, Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı, Sebze bahçeleri alanı, Süs bitkileri alanı, Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı, Çayır ve mera alanı) 2010-2022 arasındaki dağılımı tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Türkiye tarım alanlarının 2010-2022 aralığındaki dağılımı

Tarih	Toplam tarım alanı (bin/hektar)	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı(bin/hektar)		Sebze bahçeleri alanı (bin/hektar)	Süs bitkileri alanı (bin/hektar)	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı (bin/hektar)	Çayır ve mera alanı (bin/hektar)
		Ekilen alan	Nadas alanı				
2010	39,011	16 333	4 249	802	-	3 011	14 617
2011	38,231	15 692	4 017	810	4	3 091	14 617
2012	38,399	15 463	4 286	827	5	3 201	14 617
2013	38,423	15 613	4 148	808	5	3 232	14 617
2014	38,558	15 782	4 108	804	5	3 243	14 617
2015	38,551	15 723	4 114	808	5	3 284	14 617
2016	38,328	15 575	3 998	804	5	3 329	14 617
2017	37,964	15 498	3 697	798	5	3 348	14 617
2018	37,797	15 421	3 513	784	5	3 457	14 617
2019	37,716	15 398	3 387	790	5	3 519	14 617
2020	37,762	15 628	3 173	779	5	3 559	14 617
2021	38,089	16 062	3 059	755	5	3 591	14 617
2022	38,482	16 510	2 960	718	6	3 671	14 617

(TÜİK, 2023)

İncelenen yıllar arısında en yüksek ve en düşük toplam tarım alanı değerleri sıra ile 2010-2019 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %3,43’lük bir artış göstermiştir. İncelenen periyotta (2010-2022) toplam tarım alanları %1,36 oranında azalma göstermiştir.

İncelenen yıllar arısından en yüksek ve en düşük ekilen alan değerleri sıra ile 2022-2019 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %7,22'lik artış göstermiştir. İncelenen periyotta (2010-2022) ekilen alan %1,08 oranında artış göstermiştir.

İncelenen yıllar arısından en yüksek ve en düşük nadas alanı değerleri sıra ile 2012-2022 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %44,80 oranında artış göstermiştir. İncelenen periyotta (2010-2022) nadas alanı %30,4 oranında azalış göstermiştir.

İncelenen yıllar arısından en yüksek ve en düşük Sebze bahçeleri alanı değerleri sıra ile 2012-2022 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %15,18'lik bir artış sağlanmıştır. İncelenen periyotta (2010-2022) Sebze bahçeleri alanı %10,47 oranında azalış göstermiştir.

Süs bitkileri ekim alanı bakımından 2010 yılına ait bir veri sağlanamamıştır. En yüksek ve en düşük Süs bitkileri ekim alanı değerleri sıra ile 2011-2022 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %50 oranında artmıştır. İncelenen periyotta (2011-2022) Süs bitkileri alanı %50 oranında artış göstermiştir.

İncelenen yıllar arısından en yüksek ve en düşük Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı değerleri sıra ile 2022-2010 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %21,92 olarak hesaplanmıştır. İncelenen periyotta (2010-2022) Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı %21,92 oranında artış göstermiştir.

Çayır ve mera alanları bakımından çalışmaya konu olmuş yıllar arasında herhangi bir değişim yaşanmamıştır.

Türkiye’de yemelik tane baklagillerin ekim alanı, üretim ve verimi miktarı

Ülkemizde 2010-2022 yılları arasında bakla, bezelye ve nohut bitkilerinin ekim alanı, üretim miktarı ve dekar başına verimleri tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo 2. Bakla, bezelye ve nohuttun yıllara göre ekim alanı, üretim ve verim miktarları

Tarih	Bakla			Bezelye			Nohut		
	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Ekim alanı(da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Ekim alanı(da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2010	82 970	19 898	240	11 815	3 200	271	4 556 900	530 634	116
2011	74 417	19 678	264	13 048	3 628	278	4 464 129	487 477	109
2012	85 334	18 406	216	12 193	2 686	220	4 162 416	518 000	124
2013	70 751	17 826	252	12 618	3 235	256	4 235 570	506 000	119
2014	59 114	14 927	253	11 490	2 987	260	3 885 175	450 000	116
2015	54 140	13 856	256	11 118	3 125	281	3 593 042	460 000	128
2016	52 922	14 489	274	10 882	2 919	268	3 595 289	455 000	127
2017	53 123	14 746	278	9 415	2 673	284	3 953 099	470 000	119
2018	47 722	13 198	277	9 065	2 603	287	5 144 159	630 000	122
2019	43 316	12 346	285	7 813	2 193	281	5 205 951	630 000	121
2020	34 884	9 135	262	5 517	1 538	279	5 115 607	630 000	123
2021	27 955	7 049	252	6 786	1 805	266	4 878 857	475 000	97
2022	25 805	6 686	259	8 873	2 392	270	4 568 339	580 000	127

(TUİK, 2023)

İncelen periyotta bakla ekim alanı en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile 2012-2022 yıllarında sağlamış, en düşük değere göre değişimi ise %230,69 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında bakla ekim alanı %68,90 oranında azalış göstermiştir.

Üretim miktarı bakımından 2022-2010 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %197,61 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında bakla ekim alanı %66,44 oranında azalış göstermiştir.

Verim bakımından 2019-2012 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %31,4 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında bakla verimi %7,92 oranında artış göstermiştir.

İncelen periyotta bezelye ekim alanı en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile 2011-2020 yıllarında sağlamış, en düşük değere göre değişimi ise %236,51 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında bezelye ekim alanı %24,90 oranında azalış göstermiştir.

Üretim miktarı bakımından 2011-2020 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %135,89 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında bezelye ekim alanı %25,25 oranında azalış göstermiştir.

Verim bakımından 2012-2018 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %30,45 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında bezelye verimi %0,37 oranında azalış göstermiştir.

İncelen periyotta Nohut ekim alanı en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile 2019-2014 yıllarında sağlamış, en düşük değere göre değişimi ise %34 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında Nohut ekim alanı %0,25 oranında artış göstermiştir.

Üretim miktarı bakımından 2018,2019-2020 ve 2014 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %40 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında Nohut ekim alanı %9,30 oranında artış göstermiştir.

Verim bakımından 2015-2021 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %31,96 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında Nohut verimi %9,48 oranında artış göstermiştir.

Ülkemizde 2010-2022 yılları arasında fasulye ve börülce bitkilerinin ekim alanı, üretim miktarı ve dekar başına verimleri tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Fasulye ve börülcenin yıllara göre ekim alanı, üretim ve verim miktarları

Tarih	Fasulye			Börülce		
	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2010	1 033 811	212 758	206	22 020	2 290	104
2011	946 254	200 673	212	20 323	2 149	106
2012	931 740	200 000	215	24 221	2 111	87
2013	847 630	195 000	230	20 624	2 112	102
2014	911 103	215 000	236	19 408	2 006	103
2015	935 840	235 000	251	16 000	1 609	101
2016	898 197	235 000	262	18 079	1 860	103
2017	897 221	239 000	266	14 129	1 511	107
2018	848 045	220 000	259	13 553	1 443	106
2019	889 385	225 000	253	13 084	1 392	106
2020	1 029 857	279 518	271	13 227	1 324	100
2021	1 077 964	305 000	283	12 445	1 281	103
2022	970 520	270 000	278	11 521	1 161	101

(TUİK, 2023)

İncelen periyotta fasulye ekim alanı en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile 2021-2013 yıllarında sağlamış, en düşük değere göre değişimi ise %27,17 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında fasulye ekim alanı %6,12 oranında azalış göstermiştir.

Üretim miktarı bakımından 2021-2013 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %56,41 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında fasulye üretim miktarı %26,10 oranında artış göstermiştir.

Verim bakımından 2021-2010 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %37,38 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında fasulye verimi %34,95 oranında artış göstermiştir.

İncelen periyotta börülce ekim alanı en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile 2012-2022 yıllarında sağlamış, en düşük değere göre değişimi ise %110,23 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında börülce ekim alanı %47,68 oranında azalış göstermiştir.

Üretim miktarı bakımından 2010-2022 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %97,24 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında börülce üretim miktarı %49,30 oranında azalış göstermiştir.

Verim bakımından 2017-2012 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %22,99 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında börülce verimi %2,88 oranında azalış göstermiştir.

Ülkemizde 2010-2022 yılları arasında yeşil ve kırmızı mercimek bitkisinin ekim alanı, üretim miktarı ve dekar başına verimleri tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Yeşil ve kırmızı mercimeğin yıllara göre ekim alanı, üretim ve verim miktarları

Tarih	Mercimek					
	Kırmızı			Yeşil		
	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2010	2 116 000	422 000	199	228 922	25 400	111
2011	1 923 225	380 000	198	225 248	25 952	115
2012	2 147 875	410 000	191	226 903	28 000	123
2013	2 605 000	395 000	152	206 783	22 000	106
2014	2 324 461	325 000	140	170 476	20 000	117
2015	2 074 690	340 000	164	163 881	20 000	122
2016	2 354 743	345 000	147	167 617	20 000	119
2017	2 693 181	400 000	149	232 201	30 000	129
2018	2 430 652	310 000	128	341 625	43 000	126
2019	2 427 761	310 000	128	396 116	43 631	110
2020	2 098 215	328 418	157	378 443	42 397	112
2021	2 601 995	228 000	88	481 591	35 000	73
2022	2 998 118	400 000	133	428 249	45 000	105

(TUİK, 2023)

İncelen periyotta kırmızı mercimek ekim alanı en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile 2022-2011 yıllarında sağlamış, en düşük değere göre değişimi ise %55,89 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında kırmızı ekim alanı %41,69 oranında artış göstermiştir.

Üretim miktarı bakımından 2010-2021 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %85,09 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında kırmızı mercimek üretim miktarı %5,21 oranında azalış göstermiştir.

Verim bakımından 2010-2021 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %126,14 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında kırmızı mercimek verimi %33,17 oranında azalış göstermiştir.

İncelen periyotta Yeşil mercimek ekim alanı en yüksek ve en düşük değerleri sıra ile 2021-2015 yıllarında sağlamış, en düşük değere göre değişimi ise %193,87 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında Yeşil mercimek ekim alanı %87,07 oranında artış göstermiştir.

Üretim miktarı bakımından 2022 ve 2014,2015,2016 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %125 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında Yeşil mercimek üretim miktarı %77,17 oranında artış göstermiştir.

Verim bakımından 2017-2021 yılları sıra ile en yüksek ve en düşük değerleri sağlamış ve en düşük değere göre değişimi %76,71 olmuştur. İncelenen periyodun ilk ve son (2010-2022) yıllarında Yeşil mercimek verimi %5,41 oranında azalış göstermiştir.

Yemelik tane baklagillerin yıllara göre fiyat değişimi

Ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan yemelik tane baklagillerin 2010-2022 yılları arasındaki fiyat değişimleri tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Yemelik tane baklagillerin yıllara göre fiyat değişimleri

Tarih	Bakla	Bezelye	Nohut	Fasulye	Mercimek		Börülce
					Yeşil	Kırmızı	
2010	1,22	1,44	1,60	2,40	2,11	1,49	2,65
2011	1,34	1,25	2,11	2,51	2,07	1,38	2,63
2012	1,58	1,94	2,68	2,91	2,14	1,28	2,98
2013	1,68	1,11	2,46	3,28	2,11	1,27	3,24
2014	1,92	1,13	2,33	3,69	2,17	1,58	3,58
2015	2,04	1,18	2,61	3,39	2,64	1,96	4,04
2016	1,85	1,13	3,68	3,44	3,02	2,49	4,77
2017	1,89	2,37	5,46	3,98	3,26	2,33	5,34
2018	2,47	3,13	4,80	4,80	2,96	1,94	6,32
2019	3,17	4,52	3,41	6,42	3,44	2,35	7,87
2020	3,72	4,26	3,82	8,16	4,47	3,39	7,86
2021	4,92	4,56	6,23	8,89	5,97	5,38	14,19
2022	8,83	-	14,79	18,06	13,17	10,59	27,55

(TUİK, 2023)

2010 yılına göre 2022 yılında kilogram fiyat artışı; baklada %623,77 oranında, bezelyede %216,67 oranında, nohutta %824,38 oranında, fasulyede %652,50 oranında, yeşil mercimekte %524,17 oranında, kırmızı mercimekte %610,74 oranında, börülcede %939,62 oranında gerçekleşmiştir.

2010-2022 yılları arasında ülkemizde 12 yıllık enflasyon artış ortalamasının %338,46 olduğu bildirilmiştir (Anonim 2, 2023).

Sonuç

İncelenen verilerden özellikle nadas alanlarının düzeli olarak azalması tarımsal üretim açısından olumlu yönlerden biri olarak kabul edilebilmektedir. 2010 yılına göre 2022 yılında; bakla ekim alanı ve üretim miktarı önemli oranda azalırken, verimi nispeten artmış, bezelye ekim alanı, üretim miktarı ve verimi azalmış, nohut ekim alanı, üretim miktarı ve verim artmış, fasulye ekim alanı azalırken, üretim miktarı

ve verim artmış, börülce ekim alanı, üretim miktarı ve verim azalmış, kırmızı mercimek ekim alanı bakımından artış olurken üretim miktarı ve verim değerleri azalmış, yeşil mercimek ekim alanı ver üretim miktarında artış olurken verim değerlerinde düşüş yaşanmıştır. 2021 yılında hem yeşil hem de kırmızı mercimeğin ekim alanı diğer yıllara göre yüksek olmasına rağmen bu yıldan elde verim neredeyse yarı yarıya düşmüştür.

İncelemeye konu olan yıllarda; baklanın fiyatı sürekli artış göstermekte ve diğer tüm yemeklik tane baklagil fiyatları yıllar arasından artış ve azalışlar gösterse de yıl farkları artıkça fiyatları yükselme eğiliminde olmuştur.

Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin üretim alanlarının 2019 yılına kadar düşme meyillinde olduğu ancak COVID19 salgını ve savaş olasılıkları ile birlikte tekrar yükselme eğilimine geğtiği görülmektedir. 2010 yıldan sonra sebze bahçeleri ekim alanı genel olarak düşme eğilimindedir. Global çapta savaş, kuraklık, iklim değişikliği ve salgın tehditlerinin her zaman var olduğu ve herhangi birinin ortaya çıkması durumunda nüfusunun besleme ihtiyaçlarının giderilmesinin ne kadar elzem olduğu, tarımsal alan ve üretiminin sürekli önemsenmesi gerekliliği bu veriler ile göz önüne serilmektedir.

Kaynaklar

- Adak, M. S., Güler, M. Ve Kayan, N., (2010). Yemeklik Baklagillerin retimini Artırma Olanakları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 11-15 Ocak 2010 Ankara, Bildiriler Kitabı Is: 329-341.
- Akçin A., (1988). Yemeklik Tane Baklagiller, S. . Yayınları:43, Ziraat Fakültesi Yayınları, 8.377 Konya.
- Anonim 1. (2023) <https://herkesicin.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/ekonomi/hie/icerik/enflasyon+hesaplayici>
- Azkan, N. (1999). Yemeklik Tane Baklagiller. Uludağ Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü.
- zdemir S. (2002). Yemeklik Baklagiller, 142, Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- şehirali S. 1988. Yemeklik Dane Baklagiller. A. Ziraat Fakültesi Yayınları 1089, Derskitabı, ss: 314. 435.
- TUİK (2023) <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

Current Developments of Gynogenesis Studies in Onion (*Allium cepa* L.) in Türkiye

Faika YARALI KARAKAN^{1*}, Merve Arefe YİĞİT², Berna ERGUN ÇETİN¹, Emrullah GÜLDEMİR², Ergün DOĞANGÜZEL², Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU³

¹: University of Kilis 7 Aralık, Faculty of Agriculture, Department of Horticulture, Kilis, Türkiye.

²: R&D Tissue Culture Laboratory, United Genetics Turkey, Mustafakemalpaşa, Bursa, Türkiye

³: Ankara University Technocity, Doqutech Academy Llc. Co., Ankara, Türkiye

*Corresponding author: faikayarali@gmail.com

Abstract

Onion (*Allium cepa* L.), belongs to the *Alliaceae* family, is one of the most important vegetables grown in the world. Most of the commercially grown onion cultivars are open pollinated (OP) or F1 hybrid. However, F1 hybrid cultivars are more preferred than open pollinated cultivars because of their higher yields and more uniform marketable crops. For development of hybrid cultivars, production of homozygous lines in onion is very difficult through conventional methods of plant breeding. Gynogenesis-based doubled-haploid (DH) technique can provide completely homozygous lines in one generation in onion. The percentages of gynogenic haploid embryos, embryo quality and embryo regeneration vary according to genotype, so genotype is a critical factor affecting haploid production. To obtain haploid embryos from onion, flower bud, ovule and ovary culture are used. However, the researches were determined the best method of unpollinated flower bud culture. In this paper, current developments *in vitro* gynogenesis studies conducted with onion in Türkiye are evaluated.

Keywords: *Allium cepa*, BDS, Doubled haploid, Gynogenesis, Onion

Introduction

Onion is one of the most important crops cultivated and consumed worldwide as a vegetable, spice and medicinal food. Most of the commercially grown onion cultivars are open pollinated (OP) or F1 hybrids. Hybrid cultivars are considered superior to OP ones due to their higher yield and more desirable marketable crop. Hence, there is a strong demand for F1 hybrids (Mathapati et al., 2019; Yarali Karakan, 2020a). For the development of hybrid cultivars, the production of homozygous lines in onions by conventional plant breeding methods is very difficult due to their two-year generation time, residual heterozygosity and high inbreeding depression (Yarali Karakan, 2019). However, the doubled haploid (DH) technique based on gynogenesis can provide fully homozygous lines in one generation in onions (Foschi et al., 2013; Alan et al., 2014; Yarali Karakan, 2020a). Plants that carry gametophytic chromosome number in their sporophytes are called haploids (Forster et al., 2007). Various methods could be used to induce *in vitro* haploid production, but only gynogenesis has been reported as successful in onions. Among gynogenesis techniques, recent studies have found that ovary (Figure 1) and flower bud culture (Figure 2) are effective for both embryo yield and less labor to induce gynogenesis in onion (Yarali and Yanmaz, 2013; Yarali, 2014; Fayos et al., 2015; Şahinalp, 2019; Lestari et al., 2021).

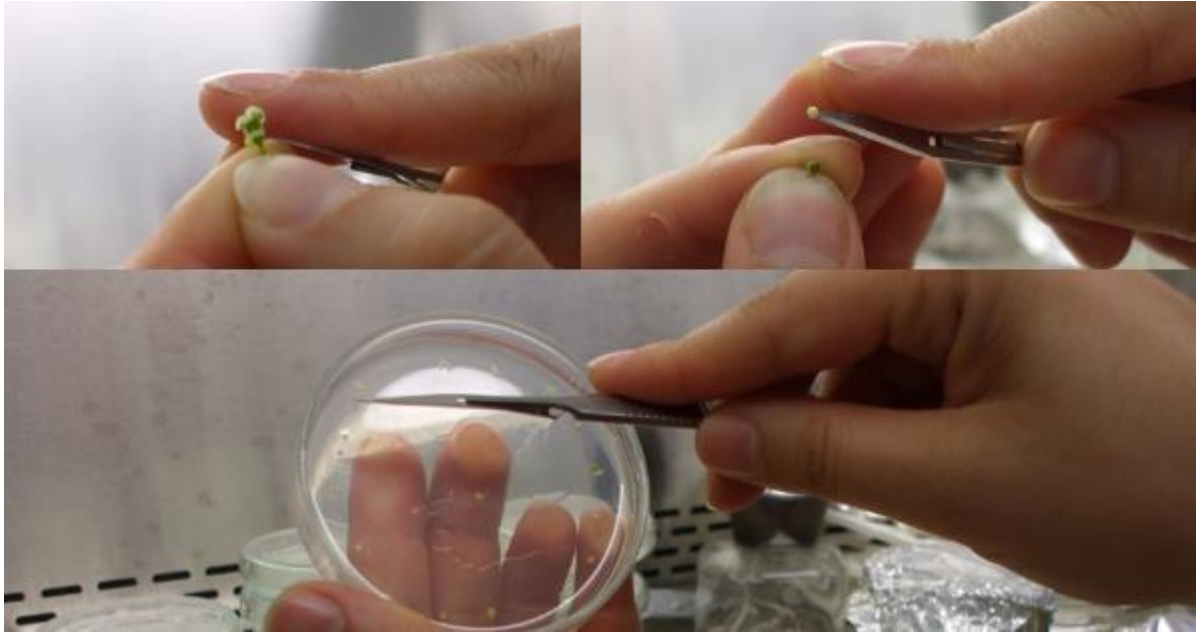


Figure 1. Ovary culture (Yarali, 2014)



Figure 2. Flower bud culture (Şahinalp, 2019)

The genotype of the donor plant, the growing conditions and medium composition are crucial factors affecting haploid production in onion (Anandhan et al., 2014; Yarali and Yanmaz 2017; Yarali Karakan, 2020b). BDS (Dunstan and Short, 1977), MS (Murashige and Skoog, 1962) and Gamborg's (B5) medium (Gamborg et al., 1968) supplemented with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) and 6-benzyl-aminopurine (BA) at 2 mg L^{-1} are widely used in the induction medium (Alan et al., 2003; Jakse et al., 2010; Yarali and Yanmaz, 2013-2017; Khar et al., 2018; Yarali Karakan, 2019). The first studies on onion gynogenesis were initiated by Turkish researchers in 2003 (Alan et al., 2003), and then continued with postgraduate studies. This article reviews recent developments in onion *in vitro* gynogenesis studies conducted in Türkiye.

Determination of the gynogenic potential of Turkish onion germplasm

It is imperative to determine the gynogenic potential of Turkish onion germplasm as these genotypes will be useful for development of mapping populations, breeding programs and also for genetic studies. Genotype and explant type are important factors affecting gynogenesis. Since genotype is a critical factor affecting haploid production in onions, molecular analysis can be used as a fast and reliable tool to determine gynogenesis ability in onions (Yarali Karakan, 2020b). It has been noted by various researchers that the haploid frequency of genotypes is based on day length, geographic origin and genetic structure (Alan et al. 2004; Khar et al., 2019). In fact, Kaska, (2013), Alan (2019), Düzgün (2019) and Barış (2020) used breeding lines from different geographic origins and open-pollinated cultivars and reported that gynogenic efficiency ranged from 0.09-5.50%, PAU 2A and PAU 3E. In these studies,

genotypes with high gynogenic potential are identified as PAU 3E (Kaska, 2013), Biyom 1 (Alan, 2019), Southport 404 (Düzgün, 2019), PAU6 (Barış, 2020).

On the other hand, Şahinalp (2019) and Yarali Karakan (2019), who studied the variation of gynogenic response in local onion landraces, reported that the gynogenesis abilities of local onion landraces are remarkable for breeding studies. Researchers found that the frequency of gynogenesis varied from 0.47 to 5.33% in local onion landraces.

In addition to these studies, Yarali Karakan (2020a) compared the gynogenesis abilities of local onion landraces and OP cultivars. The researcher found that local onion landraces were more responsive to gynogenesis than OP cultivars and all haploid plants were from Sanliurfa 2 genotype (Figure 3). The differential response of onion genotypes with different geographic regions and genetic structures to *in vitro* gynogenesis, as reported by different is shown in Table 1.

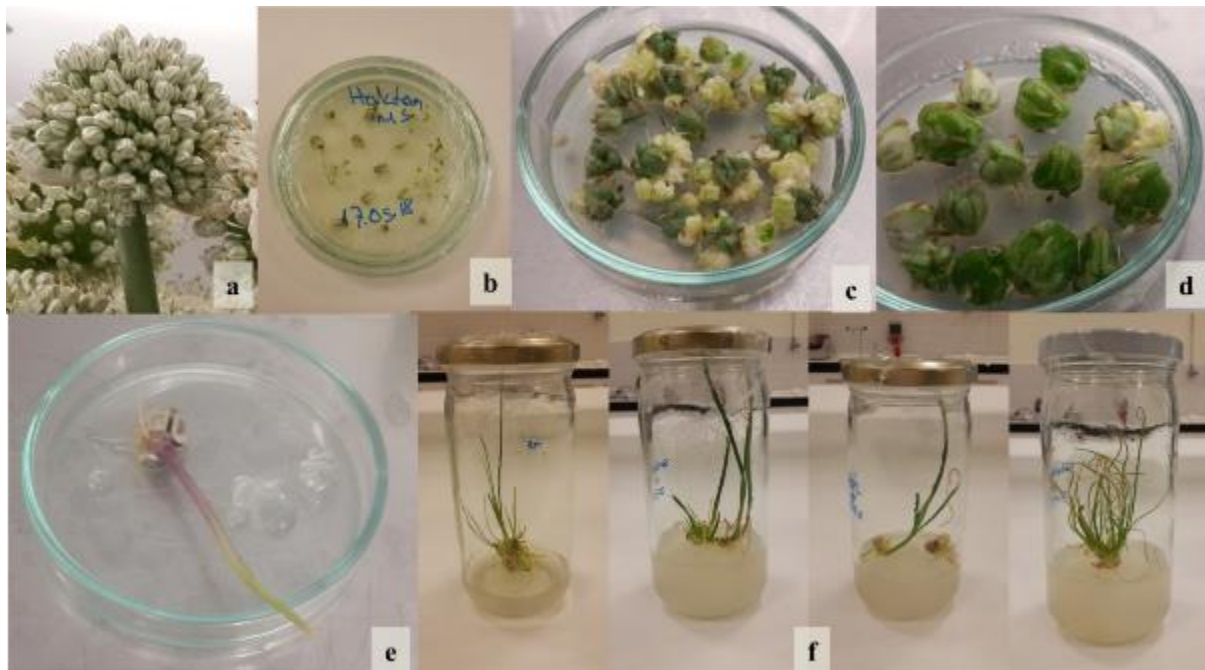


Figure 3. Haploid induction in onion: a) unpollinated flower buds b) flower buds in culture medium, c) callus formation on flower buds, d) normal and hyperhydric buds, e) direct gynogenic plantlet induced, f) *in vitro* gynogenic plantlets (Yarali Karakan, 2020a)

Medium composition for utilization of gynogenesis induction and plant development

The medium composition is one of the important factors affecting gynogenesis. The most modified components in the nutrient medium are source of organic nitrogen, carbohydrates, growth regulators and organic supplements (Yarali and Yanmaz, 2013). The medium composition used in different studies are summarized in Table 2. When Table 2 is examined, one can see that BDS medium (Yarali, 2014; Şahinalp, 2019; Yarali Karakan, 2019; Yarali Karakan, 2020a) and MS medium (Yarali Karakan, 2020a) and their modified forms (Kaska, 2013; Alan, 2019) were used in the research. On the other hand, the effect of growth regulators added to the culture medium on the production efficiency of haploids is also important. The most commonly used growth regulators in the induction medium are 2,4-Dichlorophenoxy acetic acid (2,4-D) and 6-Benzylaminopurine (BAP). In the studies it was reported that the highest yield of gynogenic embryos was obtained from MS or BDS medium supplemented with 2.0 mg L⁻¹ 2, 4-D and 2.0 mg L⁻¹ BAP (Kaska, 2013; Yarali, 2014; Alan, 2019; Şahinalp, 2019; Yarali Karakan, 2019-2020).

Sucrose added to the nutrient medium as a carbon source and organic supplements are also important to improve gynogenic response. Kaska, 2013; Yarali, 2014; Alan, 2019; Şahinalp, 2019; Yarali Karakan,

2019-2020 reported that high concentration of sucrose (100 g L⁻¹) and organic supplements such as thiamine-HCl, pyridoxine-HCl, nicotinic acid, myo-inositol, CAPanthothenate, glycine, biotin, folic acid, L-proline increase the frequency of gynogenesis in onions.

Pre-Treatments

Stress treatments such as low/high temperature, prolonged photoperiod in the dark or nutrient supply of donor plants, flower buds or in *in vitro* culture can have an impact on embryo induction. Low/high temperature treatments are commonly used to induce stress conditions. The temperature stress treatment can be applied to donor plants, inflorescences, flowers or isolated ovules (Chen et al., 2011; Yarali and Yanmaz, 2013; Yarali Karakan and Arpaci, 2018). Few data are available on the effect of temperature pretreatments on the induction of haploid embryos in onions. Yarali Karakan (2019) wanted to show that cold pre-treatment of flower buds could affect the frequency of embryogenesis in eleven local onion landraces originating from different geographical origins of Türkiye. The researcher picked whole umbels before anthesis and exposed them to cold temperature of 4 °C for 0, 4, 7 and 12 days. *In vitro* plantlets were obtained from both callus proliferation and gynogenic embryos breaking through the ovary walls. The data showed that most plantlets emerged from flower buds of genotype 6 and genotype 8 treated at 4°C for 7 days.

References

- Alan, A.R., Mutschler, M.A., Brants, A., Cobb, E., & Earle, E.D. (2003). Production of gynogenic plants from hybrids of *Allium cepa* L. and *A. roylei* Stearn. *Plant Science*, 165(6):1201-1211.
- Alan, A.R., Brants, A., Cobb, E., Goldschmied, A., Mutschler, M., Earle, & E.D. (2004). Fecund gynogenic lines from onion (*Allium cepa* L.) breeding materials. *Plant Sci.* 167(5):1055-1066.
- Alan, S. (2019). Effects of different nutrient media on the gynogenesis induction in onion (*Allium cepa* L.) breeding materials. Çukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Horticulture, MSc. Thesis, 50 p.
- Alan, A.R., Kaska, A., & Celebi Toprak, F. (2014). Production of fully homozygous genotypes from various edible *Alliums*. *International Journal of Secondary Metabolite*, 1(1): 77.
- Anandhan, S., Chavan, A.A., Gopal, J., Mote, S.R., Shelke, P.V., & Lawande, K.E. (2014). Variation in gynogenic potential for haploid induction in India shortday onions. *Indian J. Genet.* 74(4):526-528.
- Bariş, S. (2020). Determination of haploid plant production in some red bulbed onion (*Allium cepa* L.) genotypes. Pamukkale University Institute of Science Biology, MSc. Thesis, 34 p.
- Chen, J.F., Cui, L., Malik, A.A., & Mbira, K.G. (2011). *In vitro* haploid and dihaploid production via unfertilized ovule culture. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 104, 311-319.
- Dunstan, D.I., & Short, K.C. (1977). Improved growth of tissue cultures of the onion (*Allium cepa*). *Physiologia Plantarum* 41:70-72. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1977.tb01525.x>
- Düzgün, F. (2019). Determination of haploid plant production potential in some onion (*Allium cepa* L.) and shallot (*A. cepa* var. *aggregatum*) genotypes. Pamukkale University Institute of Science Biology, MSc Thesis, 37 p.
- Fayos, O., Vallés, M.P., Garcés-Claver, A., Mallor, C., & Castillo, A.M. (2015). Doubled haploid production from Spanish onion (*Allium cepa* L.) germplasm: embryogenesis induction, plant regeneration and chromosome doubling. *Front. Plant Sci.* 6:384.
- Forster, B.P., Bors, E.H., Kasha, K.J., & Touraev, A. 2007. The Resurgence of Haploids in Higher Plants. *Trends in Plant Science*, 12(8): 368-375.
- Foschi, M.L., Martinez, L.E., Ponce, M.T., Galmarini, C.R., & Bohanec, B. 2013. Effect of colchicine and amiprofos-methyl on the production of *in vitro* doubled haploid onion plants and correlation assessment between ploidy level and stomatal size. *Rev. FCA UNCUIYO*. 2013. 45(2): 155-164. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665.
- Gamborg, O.L., Miller, R.A., & Ojima, K. (1968). Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. *Experimental Cell Research* 50:151-158. [https://doi.org/10.1016/0014-4827\(68\)90403-5](https://doi.org/10.1016/0014-4827(68)90403-5)

- Jakse, M., Hirschegger, P., Bohanec, B., & Havey, M.J. (2010). Evaluation of gynogenic responsiveness and pollen viability of selfed doubled haploid onion lines and chromosome doubling via somatic regeneration. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 135:67-73. <https://doi.org/10.21273/JASHS.135.1.67>
- Kaska, A. (2013). Testing potential of some edible *Alliums* for gynogenesis induction and somaclonal propagation. Pamukkale University Institute of Science Biology, PhD Thesis, 257p.
- Khar, A., Kumar, A., Islam, S., Kumar, A., & Agarwal, A. (2018). Genotypic response towards haploid induction in short day tropical Indian onion (*Allium cepa*). *Indian Journal of Agricultural Sciences* 88 (5):709-713. <http://epubs.icar.org.in/ejournal/index.php/IJAgS/article/view/80058>
- Khar, A., Islam, S., Kalia, P., Bhatia, R., & Kumar, A. (2019): Present status of haploidy research in onion (*Allium cepa*)- A review. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 89 (3): 396–405.
- Lestari, E.S., Sulastriningsih, Prayantini, D.C., Purwanto, A., & Sulistyarningsih, E. (2021). Embryo-gynogenic induction of Indonesia shallot (*Allium cepa* L. Aggregatum group) cultivars using three different protocol unpollinated flower cultures. *International Seminar on Agriculture, Biodiversity, Food Security and Health, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 883 (2021) 012020 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/883/1/012020.
- Mathapati, G.B., Kalia, P., Islam, S., Saini, N., Kumar, A., & Khar, A. (2019). Influence of culture media and their compositions on haploid induction in Indian short-day onion. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences* 89:739-746. <https://doi.org/10.1007/s40011-018-0990-0>
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15:473-497 <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Şahinalp, S. (2019). Determination of haploidy frequencies of the locally grown onion (*Allium cepa* L.) genotypes. Kilis 7 Aralık University Graduate School of Naturel and Applied Sciences, Department of Horticulture, 38 p.
- Yarali, F., (2014). Possibilities of haploid plant production by *in vitro* ovary and flower bud culture in onion (*Allium cepa* L.) and *Allium tuncelianum* (Kollman) Özhatay, Matthew, Şiraneci). Ankara University Graduate School of Naturel and Applied Sciences Department of Horticulture, Ph. D Thesis, Ankara.
- Yarali, F., & Yanmaz, R. (2013). *Allium* türlerinin ıslahında haploidi tekniğinden yararlanma (Utilization of haploidy techniques in breeding of *Allium* species). *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 6(2):44-50 <http://derleme.gen.tr/index.php/derleme/article/view/208/206>
- Yarali, F., & Yanmaz, R. (2017). The effects of plant growth regulators on *in vitro* gynogenic embryo formation in onion (*Allium cepa* L.). *African Journal of Biotechnology* 16(40):1977-1983. <https://doi.org/10.5897/AJB2017.16091>
- Yarali Karakan, F., & Arpacı, B.B. (2018). Cold/heat shock pre-treatment for gynogenic haploid embryo induction in *Amaryllidaceae* and *Cucurbitaceae*: A review. *Sci Bull F* 22:11–14.
- Yarali Karakan, F. (2019). Influence of cold pretreatments on callus and embryo induction in onion (*Allium cepa* L.) via flower bud culture. *Fresenius Environmental Bulletin* 28(11):8070-8075 [file:///C:/Users/User/Downloads/FEB_11_2019_Pp_7674-8322%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/FEB_11_2019_Pp_7674-8322%20(2).pdf)
- Yarali Karakan, F. (2020a). The genotypic response towards haploid induction in Turkish onion (*Allium cepa* L.) germplasm. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48(3):1176-1184 DOI:10.15835/nbha48311964
- Yarali Karakan, F. (2020b). Determining gynogenesis ability of onion (*Allium cepa* L.) by using SSR markers. 3. International Conference On “Agriculture, Forestry & Life Sciences” 19-21 August, 2020, Bucharest-Romania www.icafls.org.

Ek;

Table 1. Differential response of onion genotypes with different geographical regions and genetic structures to *in vitro* gynogenesis

Genotype	Geographic origin	Genetic structure	No/percentage of gynogenic plants (%)	No of haploid plants	Reference
----------	-------------------	-------------------	---------------------------------------	----------------------	-----------

PAU 1A	Balıkesir	Breeding line	-	-
PAU 1B	Balıkesir/Ovaba yındır	Breeding line	7 (0.15)	-
PAU 1BW	Balıkesir/Ovaba yındır	Breeding line	-	-
PAU 1BR	Balıkesir/Ovaba yındır	Breeding line	3 (0.40)	-
PAU 2A	Denizli	Breeding line	2 (0.09)	-
PAU 2B	Bursa/Çamlıca	Breeding line	2 (1.60)	-
PAU 2C	Denizli	Breeding line	11 (0.29)	3
PAU 2D	Denizli	Breeding line	-	-
PAU 2CR	Denizli	Breeding line	1 (0.33)	-
PAU 3A	Balıkesir	Breeding line	2 (0.66)	-
PAU 3B	Balıkesir	Breeding line	3 (1.09)	-
PAU 3C	Balıkesir	Breeding line	-	-
PAU 3E	Balıkesir	Breeding line	33 (5.50)	3
PAU 3F	Balıkesir	Breeding line	-	-
PAU 3AY	Balıkesir	Breeding line	-	-
PAU 3CW	Balıkesir	Breeding line	3 (1.50)	-
PAU 3DW	Balıkesir	Breeding line	1 (1.33)	-
PAU 4A	Yozgat/Yerköy	Breeding line	-	-
PAU 4B	Bursa/Esenli	Breeding line	9 (0.69)	-
PAU4D	Bursa/Gölkıy1	Breeding line	6 (0.78)	-
PAU 4BR	Bursa	Breeding line	8 (2.00)	-
PAU 5	Adıyaman	Breeding line	24 (0.63)	-
PAU 5R	Adıyaman	Breeding line	15 (0.87)	-
PAU 6A	Hatay	Breeding line	2 (1.60)	-
PAU 6B	Hatay	Breeding line	10 (1.00)	-
PAU 6C	Bursa	Breeding line	4 (0.18)	-
PAU 6D	Bursa/Söğüt pınar	Breeding line	2 (2.66)	-
PAU 6E	Bursa/Çamlıca	Breeding line	18 (0.71)	4
PAU 6F	Adıyaman	Breeding line	17 (0.40)	2
PAU 7A	Amasya	Breeding line	6 (0.97)	-
PAU 7B	Denizli/Kırca	Breeding line	2 (0.57)	-
PAU 7C	Denizli	Breeding line	12 (1.04)	2
PAU 7E	Denizli	Breeding line	-	-
Yalova 12A	Bursa/Harmanlı	Breeding line	2 (0.36)	2
Yalova 12B	Bursa/Eskikaraağaç	Breeding line	15 (0.42)	3
Yalova 12AR	Bursa/Harmanlı	Breeding line	-	-
Yalova 12BR	Bursa/Eskikaraağaç	Breeding line	5 (0.56)	-
İmralı KırmızıS1A	Bursa/Çamlıca	Breeding line	10 (0.58)	1
İmralı KırmızıS1B	Bursa/Harmanlı	Breeding line	88 (1.74)	10
İmralı KırmızıS1C	Bursa/Eskikaraağaç	Breeding line	9 (1.40)	1
İmralı KırmızıS1D	İmralı	Breeding line	3 (0.70)	1
İmralıKırmızıS1AY	Bursa/Çamlıca	Breeding line	-	-
Kantartopu	Bursa/Çamlıca	OP	9 (0.30)	-

Kaska,
2013

KantartopuR	Bursa/Çamlıca	Breeding line	1 (0.15)	-	Yaralı, 2014
Bayram 1		OP	-	-	
Yakut		OP	87 (5.13)	-	
OH-01		Synthetic	111 (9.86)	1	
Biyom 1		Breeding line	80 (1.16)	17	Alan, 2019
Biyom 2		Breeding line	6 (0.18)	0	
Biyom 3		Breeding line	8 (0.26)	0	
Yalova 12		OP	35 (0.40)	8	
Delfos		OP	56 (0.78)	23	Düzgün, 2019
Alan beyazı		Breeding line	54 (0.70)	19	
İstanbul Silivri Beyaz	İstanbul/Silivri	Breeding line	1(0.10)	1	
Denizli pop.	Denizli	Breeding line	10(0.14)	-	
PAU5 Beyaz		Breeding line	3 (0.10)	-	
Pompei		OP	6 (0.12)	3	
White Lisbon		OP	-	-	
Southport 404		OP	5 (1.10)	4	
Yalova-12		OP	24 (0.30)	9	
Delfos		OP	47 (0.60)	23	
Genotype1	Adana/ Ceyhan	Local landrace	-	-	Şahinalp, 2019
Genotype2	Amasya/ Merkez	Local landrace	-	-	
Genotype3	Diyarbakır/ Bismil	Local landrace	0.07 (0.47)	-	
Genotype4	Hatay/ Kırıkhan	Local landrace	0.07 (0.47)	-	
Genotype5	Gaziantep/İslahiye	Local landrace	0.73 (4.87)	-	
Genotype6	Kilis/Center	Local landrace	0.27 (1.80)	-	
Genotype7	Kilis/Center	Local landrace	-	-	
Genotype8	Kilis/Center	Local landrace	-	-	
Genotype9	Kilis/Center	Local landrace	-	-	
Genotype10	Kilis/Musabeyli	Local landrace	0.07 (0.47)	-	
Genotype11	Gaziantep/Nizip	Local landrace	0.07 (0.47)	-	
Genotype12	Şanlıurfa/Center	Local landrace	0.47 (3.13)	-	
Genotype13	Şanlıurfa/Siverek	Local landrace	0.67 (4.47)	1	
Genotype1	Diyarbakır	Local landrace	0.07 (0.47)	-	Yaralı Karakan, 2019
Genotype2	Hatay	Local landrace	0.13 (0.87)	-	
Genotype3	Gaziantep	Local landrace	0.20-0.53 (1.33-3.53)	-	
Genotype4	Kilis	Local landrace	0.53 (3.53)	-	

Genotype5	Kilis	Local landrace	-	-	
Genotype6	Kilis	Local landrace	0.80 (5.33)	-	
Genotype7	Kilis	Local landrace	0.13 (0.87)	-	
Genotype8	Kilis	Local landrace	0.80 (5.33)	-	
Genotype9	Gaziantep	Local landrace	-	-	
Genotype10	Şanlıurfa	Local landrace	-	-	
Genotype11	Şanlıurfa	Local landrace	0.53 (3.53)	-	
BPE		Breeding line	5 (0.30)	1	
BPE6		Breeding line	16 (0.41)	2	
BPE10		Breeding line	-	-	
BPEPAU3-7		Breeding line	20 (0.30)	-	
BPEPAU3-20		Breeding line	5 (0.22)	1	
PAU5		Breeding line	52 (0.44)	12	
PAU6		Breeding line	154 (1.9)	39	
Çanakkale Kırmısı		Breeding line	6 (0.17)	-	
Red Baron		OP	3 (0.33)	2	
Burgaz		OP	13 (0.63)	2	
Adana	Adana	Local landrace	0-0.26 (1.8)	-	Barış, 2020
Amasya1	Amasya	Local landrace	-	-	
Amasya 2	Amasya	Local landrace	1.53(10.2)- 1.93(12.9)	-	
Bismil	Diyarbakır/Bismil	Local landrace	0.40(2.7)- 0.20(1.3)	-	
Hatay	Hatay	Local landrace	-	-	
Islahiye	Gaziantep/Islahiye	Local landrace	0.66(4.4)- 0.33(2.2)	-	
Kilis1	Kilis	Local landrace	0.40 (2.70)- 0	-	
Kilis 2	Kilis	Local landrace	0.33(2.2)- 0.33(2.2)	-	
Kilis 3	Kilis	Local landrace	-	-	
Musabeyli	Kilis/Musabeyli	Local landrace	0.20(1.3)- 0.20(4.9)	-	
Nizip	Gaziantep/Nizip	Local landrace	0.06(0.4)- 0.13(0.9)	-	
Şanlıurfa1	Şanlıurfa	Local landrace	-	-	
Şanlıurfa 2	Şanlıurfa	Local landrace	1.80 (12)-3 (20)	4	
Aypare		OP	1 (6.7)-1.20 (8)	-	Yaralı Karakan, 2020a

Buzgaz10		OP	0.13(0.9)-0.46 (3.1)	-
Damla		OP	0- 0.06 (0.4)	-
Edis		OP	1 (6.7)-0.53(3.6)	-
Gence		OP	-	-
Haktan		OP	-	-
Bereket		OP	-	-
Beyazbilek		OP	0.26(1.8)- 1.06(7.1)	-
Hediye		OP	-	-
MT300		OP	-	-
Şampiyon		OP	0.20(1.3)- 0.53(3.6)	-
Taraz		OP	-	-
Yankı		OP	0.20(1.3)- 0.86(5.8)	-

Table 2. Composition of different media formulations using haploid induction and plant development in onion.

Culture medium	Culture method	Growth regulators (mg L ⁻¹)	Sucrose (g L ⁻¹)	Organic supplements (mg L ⁻¹)	Reference
BDSA	Flower bud	2.0 BAP 2.0 2,4-D	100	1 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	Kaska, 2013
BDSB		2.0 BAP 2.0 2,4-D	50	1 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
BDS D		2.0 2,4-D	100	1 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
BDSF		1.0 BAP 1.0 2,4-D	100	1 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
BDSG		2.0 TDZ	100	1 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
MSB		2.0 BAP 2.0 2,4-D	30	0.04 Thiamine-HCl + 100 Myo-inositol	
MSC		2.0 2IP 1.0 NAA	100	2 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 1.0 CAPanthothenate + 0.2 Glycine + 0.1 Biotin + 1.0 Folic acid + 200 L-Proline	
MSL (Elongation Medium)		-	30	1 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol	
BDS	Flower bud/ ovary	0 2,4-D 0 BAP	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol+ 200 L-Proline	Yarali, 2014

		2.0 2,4-D 1.0 BAP	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
		2.0 2,4-D 2.0 BAP	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
B1		-	100	2 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 1.0 CAPanthothenate + 0.2 Glycine + 0.01 Biotin + 1 Folic acid + 200 L-Proline	
EM (Elongation Medium)		-	30	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol	
MBDS-1	Flower bud	2.0 2,4-D 2.0 BAP	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	Alan, 2019
MBDS-2		-	30	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
MMS-1		2.0 2,4-D 2.0 BAP	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
MMS-2		-	30	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
BDS	Flower bud	2.0 2,4-D 2.0 6-BA	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	Şahinalp, 2019
EM- (Elongation Medium)		-	30	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
BDS	Flower bud	2.0 2,4-D 2.0 6-BA	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	Yarali Karakan, 2019
EM- (Elongation Medium)		-	30	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	
BDS	Flower bud	2.0 2,4-D 2.0 6-BA	100	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	Yarali Karakan, 2020a
MS		2.0 2,4-D 2.0 6-BA	100	0.1 Thiamine-HCl + 0.5 Pyridoxine-HCl + 0.5 Nicotinic Acid + 100 Myo-inositol + 2 Glycine	
EM (Elongation Medium)		-	30	10 Thiamine-HCl + 1 Pyridoxine-HCl + 1 Nicotinic Acid + 500 Myo-inositol + 200 L-Proline	

Parthenogenetic Embryo Induction in Different Zucchini Genotypes by Irradiated Pollen Technique

Merve YİĞİT^{1*}, Hanımşah TUNALI¹, Tuğba Zeynep ÇARDAK¹, Fatma Nur ALTINDAĞ¹,
Emre ŞEKER¹, Ergün DOĞANGÜZEL¹, Ş. Şebnem ELLİALTIOĞLU²

¹: R&D Tissue Culture Laboratory, United Genetics Turkey Seed Co., Bursa, Türkiye

²: Ankara University Technopolis, Doqutech Academy Llc. Co., Ankara, Türkiye

*Corresponding author: merve@uni.gen.tr

Abstract

The dihaploidization enables pure lines to be obtained successfully in a short time and is used in breeding programs in many plant species, including Cucurbita genus. This study was carried out to determine the haploidization efficiency of different zucchini (*Cucurbita pepo* L.) genotypes using irradiated pollen technique. The male flowers of 34 different genotypes were collected one day before anthesis and the petals were removed. The anthers were irradiated at a dose of 50 Gy in the Co⁶⁰ gamma ray source. The next day, female flowers were pollinated with irradiated pollens to promote parthenogenetic haploid embryo induction. The 35-45 days old fruits were harvested and the seeds were extracted under aseptic conditions. Haploid embryos were obtained from all the genotypes. The genotypes exhibited significant differences for haploid embryo induction rate. The transformation of embryos into plants was also found to be significant. In present study, a total of 91 fruits, 533 embryos, 288 plantlets and 82 acclimatized plants were obtained from the 34 genotypes. The embryo frequency was determined as 5.85, the efficiency of the transformation of embryos into plants was 0.54 and acclimatization of plants to external conditions was 0.28. Results showed that irradiated pollens can be used to induce haploid embryos to improve advanced zucchini lines.

Keywords: Zucchini, *Cucurbita pepo* L., embryo rescue, haploid, gamma ray

Introduction

World pumpkins, zucchini and gourds production is about 24 million tons. Turkey is the eleventh in world production with approximately 770 thousand tons (FAO, 2021). Turkey's zucchini production is carried out in the open field or greenhouse, depending on the region, around 300-400 thousand tons. Greenhouse cultivation is generally carried out in the Mediterranean region (TUIK, 2022). The cultivation of pumpkin species is mainly done for their fruits. It is also grown for seeds in some countries including Turkey (Berber and Abak, 2012). Because of its high unsaturated fat content, it is grown for oil production in many countries and is also consumed as a snack (Follet, 2002). Today, many people lose their lives due to the increasing world population, malnutrition, hunger and health problems. To prevent this, production must be increased. In order to increase production, either the production areas should be increased or the yield obtained from the unit area should be increased. Breeding plants is one of the most effective methods by changing and improving the genetic structures of plants in order to increase the yield in production (Hatipoğlu, 2002). A significant part of the open-field and almost all of the used in greenhouse cultivation zucchinis consist of F1 hybrid varieties. The first step in breeding hybrid vegetable varieties that are superior in terms of many characteristics such as yield, quality and resistance to biotic and abiotic stress factors is to obtain pure lines (Sari et al., 2014). Breeding studies take a long time due to the variety of flower types of the species in the *Cucurbitaceae* family (monoic, andromonoic, gynomonoic, androic, gynoic, hermaphrodite) and naturally open pollination (Lower and Edwards 1986). The *in vitro* haploidization methods, which allows to obtain 100% homozygous pure lines within 1-2 years, is used effectively in breeding programs of many species because it both shortens the breeding period and reduces the cost and labor force considerably (Kurtar et al., 2017). To date, haploid and doubled haploid plants were obtained in widely grown and are of economic importance *Cucurbitaceae* species especially squash, melon and cucumber watermelon through both gynogenesis and androgenesis techniques (Chambonnet and Dumas De Vault, 1985, Dumas De Vault and Chambonnet, 1986, Gémesné Juh et al., 1996, Metwally et al., 1998, Ficcamenti et al., 1999, Gemes-

Juhasz et al., 2002, Lotfi et al., 2003, Diao et al., 2009, Gałazka and Niemirowicz-Szczytt, 2013; Ozsan et al., 2017).

Considering the plant species in the *Cucurbitaceae* family, the irradiated pollen technique is the most widely used method in dihaploidization breeding. In this technique, pollen is rendered generatively inactive by irradiation with different light sources (usually Co⁶⁰-induced gamma rays), but since their germination ability continues, it causes the formation of parthenogenetic haploid embryos by stimulating the female organ (Kurtar et al., 2017). Successful results have been obtained in watermelon (Gürsöz et al., 1991; Sari, 1994), melon (Sauton and Dumas de Vaulx, 1987; Sari et al., 1992; Abak et al., 1996; Lotfi et al., 2003), cucumber (Truong Andre, 1988; Sauton, 1989; Çağlar and Abak, 1999; Dolcet-Sanjuan et al., 2006), zucchini (Kurtar et al., 2002; Berber 2009; Baktetur et al., 2014) species with the use of this technique. The most important factor limiting the effectiveness of the irradiated pollen technique is genotype. In addition, factors such as irradiation and pollination studies, culture conditions, embryo development stages can also affect the frequency (Kurtar et al., 2017).

In this study, it was aimed to determine the genotype effect on the production of haploid embryos and the transformation of the embryos into a plant under *in vitro* conditions by irradiated pollen technique in 34 different zucchini genotypes.

Materials and Methods

Material, isolation of flowers, irradiation, pollination and harvesting studies

In the study, 34 zucchini genotypes were used as material. Anthers of the genotypes were collected one day before anthesis when the plants were in full flowering and irradiated with gamma ray at a dose of 50 Gy on the same day. While collecting the anthers, the female flowers to be pollinated one day later were isolated with the help of forceps. The next day in the morning, the isolated female flowers were pollinated with irradiated pollen and isolated again to prevent the entry of other pollen. Male flowers of all genotypes were mixed and used for pollination. In the following days, the development of the ovary in the flowers was checked and the clamps were removed when the female flower started to be swollen and the stigma dried and the fruits were labeled. The 35-45 days old fruits were harvested and the seeds were exposed to light and the seeds with undeveloped endosperm embryos were identified and delivered to the laboratory. This part of the study was carried out in United Genetics Turkey Seed Company's breeding parcels.

Seed sterilization and extraction

The seeds delivered to the laboratory were first surface sterilized with 70% ethanol and then with 30% hypochlorite solution in a laminar flow. The sterilized seeds were opened one by one with the help of forceps and scalpel and embryo rescue was performed.

Media, culture conditions

Standard MS (Murashige and Skoog 1962) basic medium was used for culturing irradiated embryos. The extracted embryos were cultured in culture tubes containing 10 ml of medium. All cultures were incubated in a growth chamber with a temperature of 25±1°C and a photoperiod of 16 hours light and 8 hours dark. The well-developed zucchini plants were acclimatized to external conditions. For this purpose, the plantlets were first transferred to soil in small pots. The plants that were fully acclimatized to the external conditions were transferred to large pots and planted in the plastic greenhouse when they reached sufficient size in about a month. In *in vitro* studies, the number of fruits harvested (NF), total number of embryos (TNE), number of plantlets in tubes (NPT), number of plants acclimatized (NPA) were calculated for all genotypes. Embryo cultures, plant regeneration and acclimatization studies were carried out in United Genetics Turkey Seed Company's tissue culture laboratory.

Results and Discussion

In 34 different zucchini genotypes, embryo and plant development characteristics of the cultures obtained by individual seed opening method were examined after incubation at $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ and in a growth chamber. Seeds were extracted from immature fruits between 35-45 days. The number of fruits harvested, number of embryos, number of plants in tubes and number of plants transferred to external conditions are given in Table 1.

Table 1. Number of fruits, embryos, plantlets and acclimatized plants obtained from different genotypes (NF; the number of fruits harvested, TNE; total number of embryos, NPT; number of plantlets in tubes, NPA; number of plants acclimatized)

GENOTYPE	NF	TNE	NPT	NPA
60-4	3	25	17	9
65-1	1	1	1	1
66-1-2	2	5	4	1
66-1-5	2	6	5	1
68	4	23	14	5
69-10	3	8	5	1
73-1	1	6	4	4
76-1	3	17	14	-
82-3	5	49	23	6
82-6	4	17	7	4
82-7	2	9	7	1
83-1	2	12	12	5
83-2	2	4	3	1
83-3	2	15	5	3
83-5	2	8	8	3
83-9	1	8	2	1
84-1	4	10	7	1
84-2	4	24	14	6
84-3	4	30	25	8
84-5	2	24	7	1
85-1	3	20	15	1
85-4	4	20	5	1
85-5	2	13	5	1
85-6	2	11	3	1
85-8	3	22	4	3
86-2	3	15	9	3
107-3	3	11	4	1
107-4	2	17	8	2
107-5	3	22	15	1
107-6	3	4	2	-
107-7	4	34	18	3
107-8	3	24	3	-
107-9	2	15	9	3
108-1	1	4	4	-
Total	91	533	288	82

Embryos obtained by the seed opening method, developing plantlets and healthy developing zucchini plants transferred to pots are shown in Figure 1.

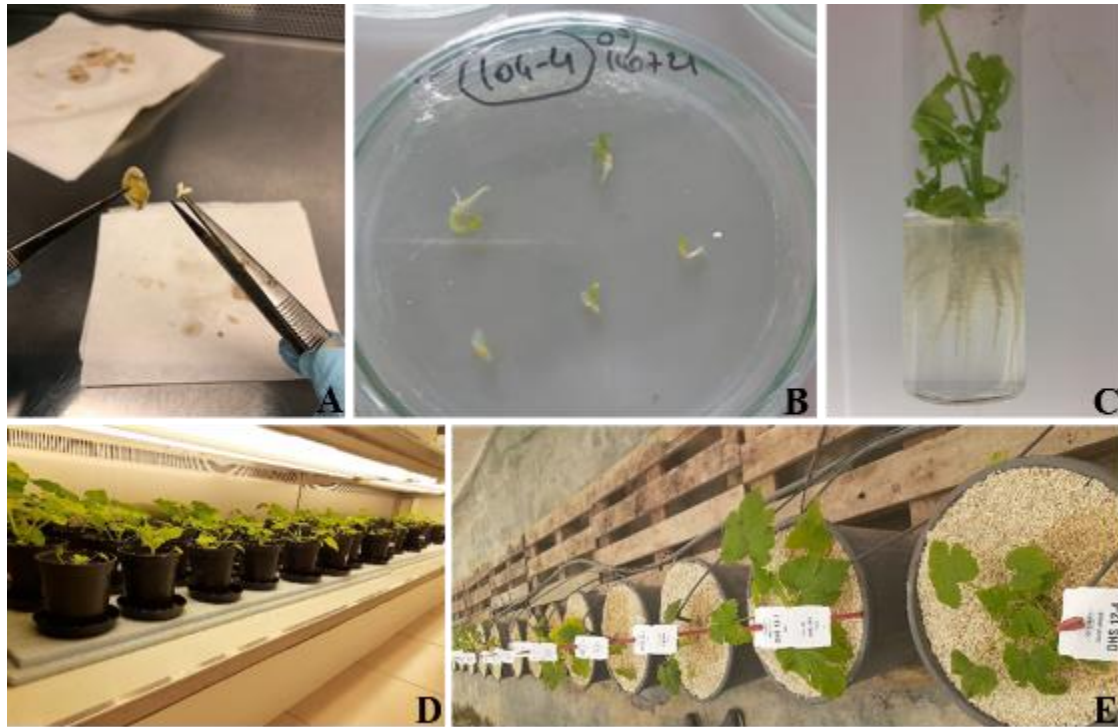


Figure 1. Images of rescued embryos (A), embryos approximately 10 days after cultivation (B), haploid zucchini plantlets (C) and plants transferred to external conditions (D-E)

Haploid embryos were obtained from all the genotypes. The genotypes exhibited significant differences for haploid embryo induction rate. The transformation of embryos into plants was also found to be significant. In present study, a total of 91 fruits, 533 embryos, 288 plantlets and 82 acclimatized plants were obtained from the 34 genotypes. The embryo frequency was determined as 5.85, the efficiency of the transformation of embryos into plants was 0.54 and acclimatization of plants to external conditions was 0.28. Although more embryos were obtained by rescuing embryos at the point stage and globular stage with the seed opening method, they did not develop into plants.

Kurtar et al. (2002) cultured embryos of different shapes and developmental stages (point, globular, torpedo and heart) with different radiation doses (25, 50, 75, 100, 200, 300 and 400 Gray) and different genotypes (Eskenderany F1, Acceste F1, Sakız and Urfa yerli) in *C. pepo*. As a result of the study, 93 haploid plants were obtained at 50 Gy radiation dose. Berber (2009), tested 50, 100 and 150 Gray radiation doses using fifteen genotypes in squash (*C. pepo* var. *styriaca*). In the study, a total of 2073 embryos were obtained from all genotypes. Of these embryos, 979 developed into plants. The best result was obtained at 150 Gray radiation dose.

C. moschata and *C. maxima* irradiated for the production of haploid plants in other studies using the pollen technique, best results 50 and 100 Gy Co60-induced gamma taken in July with rays and dihaploid plants were obtained (Kurtar et al., 2009; Kurtar and Balkaya, 2010).

Baktemur et al. (2014) obtained the best results with 150 Gy radiation dose and genotype number 6 in the haploidization study they conducted with irradiated pollen technique in *C. pepo* species (Kurtar and Balkaya, 2017).

Conclusion

The findings of the study showed that haploid plants can be successfully obtained when the appropriate irradiation dose and appropriate nutrient medium combination are determined with the irradiated pollen technique for zucchini genotypes that are widely grown today.

Fruit setting occurred in all genotypes pollinated with irradiated pollen and embryos were obtained from all genotypes. Although embryo-to-plant transformation was realized in all genotypes, acclimatization process failed in 4 genotypes. MS medium with rich composition gave successful results in both embryo production and embryo-to-plant transformation. Significant differences were observed between genotypes in all parameters examined.

In the following study, indirect and direct methods (chromosome counting, flow cytometry method) will be applied to determine the ploidy level of the plants in the greenhouse. Chromosome doubling will be applied to the haploid plants with the help of chemical mutagens.

References

- Abak, K., Sarı, N., Paksoy, M., Yılmaz, H., Aktaş, H., & Tunalı, C. (1996). Genotype response to haploid embryo induction with pollination by irradiated pollens in melon, obtaining of dihaploid lines, determination of haploid and diploid plants by different techniques. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 20(5), 425-430.
- Baktemur, G., Yücel, N. K., Taşkın, H., Çömlekçioğlu, S., & Büyükalaca, S. (2014). Effects of different genotypes and gamma ray doses on haploidization using irradiated pollen technique in squash. *Turkish Journal of Biology*, 38(3), 318-327.
- Berber, M. (2009). Production of haploids in naked seed pumpkins (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) by pollination with irradiated pollen. Institute of Natural and Applied Sciences University of Çukurova, MSc Thesis, 144 p.
- Berber, M., & Abak, K. (2012). Kabuksuz Çekirdek Kabaklarında (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) Işınlanmış Polenle Tozlaşma Yöntemi Kullanılarak Haploid Üretimi. *Ç.Ü Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* Yıl:2012 Cilt:27-5.
- Chambonnet, D., & De Vaulx, R. D. (1985). Obtention of embryos and plants from in vitro culture of unfertilized ovules of *Cucurbita pepo*. *Cucurbit Genet Coop*, 8, 66.
- Çağlar, G., & Abak, K. (1999). Obtention of in vitro haploid plants from in situ induced haploid embryos in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23(3), 283-290.
- Diao, W. P., Jia, Y. Y., Song, H., Zhang, X. Q., Lou, Q. F., & Chen, J. F. (2009). Efficient embryo induction in cucumber ovary culture and homozygous identification of the regenerants using SSR markers. *Scientia horticulturae*, 119(3), 246-251.
- Dolcet-Sanjuan R., Claveria E, Garcia-Mas J. (2006). Cucumber (*Cucumis sativus* L.) dihaploid line production using in vitro rescue of in vivo induced parthenogenic embryos. *Acta Horticulturae*. 725:837–844.
- Dumas, V.R., Chambonnet, D. (1986). Obtention of embryos and plants from in vitro culture of unfertilized ovules of *Cucurbita pepo*. *Genetic Manipulation in Plant Breeding*, 295–297.
- FAO (2021). Pumpkins, squash and gourds. Faostat. Available online : [http:// faostat.fao.org/](http://faostat.fao.org/)
- Ficcadenti, N., Sestili, S., Annibali, S., Di Marco, M., & Schiavi, M. (1999). In vitro gynogenesis to induce haploid plants in melon *Cucumis melo* L. *Journal of Genetics and Breeding*, 53, 255-258.
- Follet, J. (2002). New Zealand Institute for crop and food research ltd a crown research institute (Broad Sheet) number:70 www.crop.cri.nz
- Gałązka, J., & Niemirowicz-Szczytt, K. (2013). Review of research on haploid production in cucumber and other cucurbits. *Folia Horticulturae*, 25(1), 67-78.
- Gémes-Juhász, A., Balogh, P., Ferenczy, A., & Kristóf, Z. (2002). Effect of optimal stage of female gametophyte and heat treatment on in vitro gynogenesis induction in cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Cell Reports*, 21, 105-111.
- Gémesné Juhász, A., Venczel, G., & Balogh, P. (1996, June). Haploid plant induction in zucchini (*Cucurbita pepo* L. convar. *giromontiina* Duch) and in cucumber (*Cucumis sativus* L.) lines through in vitro gynogenesis. In III International Symposium on In Vitro Culture and Horticultural Breeding 447 (pp. 623-626).
- Gürsöz, N., Abak, K., Pitrat, M., Rode, J. C., & Dumas de Vaulx, R. (1991). Obtention of haploid plants induced by irradiated pollen in watermelon (*Citrullus lanatus*). *Cucurbit Genetic Coop*, 14, 109-110.

- Hatipoğlu, R. 2002. Bitki Biyoteknolojisi Kitabı. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, Adana, 94 s.
- Kurtar, E. S., Sarı, N., & Abak, K. (2002). Obtention of haploid embryos and plants through irradiated pollen technique in squash (*Cucurbita pepo* L.). *Euphytica*, 127, 335-344.
- Kurtar, E. S., A. Balkaya, M. Özbakır and Ofluoğlu T. (2009). Induction of Haploid Embryo and Plant Regeneration via Irradiated Pollen Technique in Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex. Poir). *African Journal of Biotechnology*, 8(21):5944–5951.
- Kurtar, E. S. and Balkaya A. (2010). Production of in vitro haploid Plants from in Situ Induced Haploid Embryos in Winter Squash (*Cucurbita maxima* Duchesne ex Lam.) via Irradiated Pollen. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 102(3):267–277.
- Kurtar, E. S., & Balkaya, A. (2017). Kabak Türlerinin Çeşit İslahında Biyoteknolojinin Kullanımı. *Bahçe*, 46(2), 39-50.
- Lotfi, M., Alan, A. R., Henning, M. J., Jahn, M. M., & Earle, E. D. (2003). Production of haploid and doubled haploid plants of melon (*Cucumis melo* L.) for use in breeding for multiple virus resistance. *Plant cell reports*, 21, 1121-1128.
- Lower, R.L. & Edwards, M.D. (1986). Cucumber breeding. In *Breeding Vegetable Crops* (ed: Basset, M.J.), AVI Publishing Comp. Inc. Connecticut, 173–207.
- Metwally, E. I., Moustafa, S. A., El-Sawy, B. I., Haroun, S. A., & Shalaby, T. A. (1998). Production of haploid plants from in vitro culture of unpollinated ovules of *Cucurbita pepo*. *Plant cell, tissue and organ culture*, 52(3), 117-121.
- Ozsan, T., Gozen, V., & Onus, A. (2017). Cucumber gynogenesis: effects of 8 different media on embryo and plant formation. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, 6(2), 419-422.
- Sarı, N., Abak, K., Pitrat, M., Dumas de Vault, R. (1992). Induction of parthenogenetic haploid embryos and plant obtention in melon (*Cucumis melo* L. var. *inodorus* Naud and *C. melo* L. var. *reticulatus* Naud). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 16:302–314.
- Sarı, N. (1994). Effect of genotype and season on the obtention of haploid plants by irradiated pollen in watermelon and alternatives to the irradiation. Institute of Natural and Applied Sciences University of Çukurova, PhD Thesis, 244 p.
- Sarı, N., Ellialtıoğlu, Ş. & Solmaz, İ. (2014). Haploidi ve Dihaploidizasyon Tekniğinin Sebze İslahında Kullanımı. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu, ss. 76- 88, 2-4 Eylül, Tekirdağ.
- Sauton, A, Dumas De Vault, R. (1987). Obtention de plantes haploides chez le melon (*Cucumis melo* L.) par gynogénèse induite par du pollen irradié. *Agronomie* 7:141–148.
- Sauton, A. (1989). Haploid gynogenesis in *Cucumis sativus* induced by irradiated pollen. *Cucurbit Genetics Cooperative*, 12:22–23.
- Truong-Andre' I (1988). In vitro haploid plants derived from pollinisation by irradiated pollen on cucumber. In: *Proceedings of the Eucarpia meeting on cucurbit genetics and breeding*. May 31– June 2, Avignon-Montfavet, pp 143–144.

Determination of CMV, ZYMV and Powder Mildew Resistance of Some Pickled Cucumber Backcrossed Populations via Molecular Markers

Hasan PINAR^{1*}, Hulya ERARSLAN² and Nedim MUTLU³

¹Department of Horticulture, Erciyes University, Kayseri, Turkey

²Graduate School of Natural and Applied Sciences, Erciyes University, Kayseri, Turkey

³Department of Agricultural Biotechnology, Akdeniz University, Antalya, Turkey

*Corresponding author: hpinarka@yahoo.com

Abstract

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is one of the vegetables that play a role in human nutrition and one of the oldest cultivars. Its spread extends to Europe via Central Asia, Iran and Anatolia. Production in the world is made with hybrid seeds. However, as with other species, it takes time to develop new varieties using only the classical breeding method. The use of modern techniques in the field of breeding will allow both an increase in yield in plant production and the introduction of new developments in breeding studies with rapidly developed varieties. There are many different types of cucumbers depending on the purpose of use. One of them is the type of gherkin mostly used in industry. As in other species, important diseases and pests cause yield and quality loss in cucumber. Some of them are CMV, ZYMV and Powder mildew. Molecular markers are an important tool for developing cultivars resistant to these diseases. In present study, It was aimed to determination of CMV, ZYMV and Powder mildew resistance of some pickled cucumber backcrossed populations via molecular markers. According to the findings, sufficient materials were determined from 5 different backcrossed populations that were resistant to CMV, ZYMV, powder mildew, CMV+ZYMV, CMV+powder mildew. Populations whose resistance status is determined can be used in pickled cucumber breeding programs.

Keywords: Cucumber, CMV, ZYMV, powder mildew, marker asisted selection

Introduction

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is one of the vegetables that play a role in human nutrition and is one of the oldest cultivars. Its origine is India. Its spread extends to Europe via Central Asia, Iran and Anatolia. Production in the world is made with hybrid seeds. However, as with other species, it takes time to develop new varieties using only the classical breeding method. The use of modern techniques in the field of breeding will allow both an increase in yield in plant production and the introduction of new developments in breeding studies with rapidly developed varieties. There are many different types of cucumbers depending on the purpose of use. One of them is the type of pickled mostly used in industry. Although there are many breeding programs created with other cucumber types in the world, the gherkin type.

There are many biotic factors that affect cucumber cultivation in terms of yield and quality in the world. Among the biotic factors, viral and fungal disease factors seriously affect cucumber cultivation in every region where it is grown. Cucumber mosaic virus (CMV) and zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) are among the most important viruses among viral agents, while powdery mildew is the most important damage affecting cucumber cultivation among fungal diseases. As in other species, molecular markers are used in cucumber breeding to provide hybrid varieties with resistance to some important diseases and pests. In recent years, molecular marker-assisted selection (MAS) and double haploid techniques have been routinely used in the breeding of new varieties in many plant species. With the MAS method, it is possible to determine resistance to many diseases and pests in a short time with less labor.

So far for CMV, the marker SSR11-177 associated with the cmv6.1 allele by Shi et al. (2018) and the dCAPS-G99A marker associated with the zymA192-18 allele for ZYMV by Amano et al. (2013) were developed. Also, for powder mildew resistance in cucumber, a large number of markers have been developed and used in breeding programs (He et al. 2013; Anarjan et al. 2021; Zhang et al. 2021; Zhang

et al. 2008; Liu et al. 2017). The objectives of the present study were to determination of CMV, ZYMV and powder mildew resistance of some pickled cucumber backcrossed populations via molecular markers.

Materials and methods

In this study, 120 pickled cucumber lines belonging to 5 different backcross populations in F6 stage were used as material.

Cucumber lines genomic DNA was isolated from young leaves collected from 120 genotypes, using the modified CTAB method as reported by Doyle & Doyle (1987) and Doyle & Doyle (1990) and it was determined resistance/susceptible genotypes using linked molecular markers which developed for CMV by Shi et al (2018) (SSR11-177 marker linked to *cmv6.1* gene), for ZYMV by Amano et al. (2013) (dCAPS-G99A marker linked to *zymA192-18* gene) and for powder mildew by Liu et al. (2017) (pmSSR17 marker linked to *pm-2* gene. For PCR conditions, the methods used in the mentioned publications were followed.

For electrophoresis and gel imaging about 3 µl loading buffer was added into PCR products that was loaded on 2% agarose gel for all markers and run under 110 V for 3.5 hours. Gel images scored as resistance/susceptible.

Results and Discussion

According to the data obtained in Table 1, 55 CMV resistant, 58 ZYMV resistant, 23 CMV+ZYMV resistant, 56 Powdery mildew resistant and 23 CMV+ZYMV resistant, 24 CMV+Powder mildew resistant genotypes were determined in pickled cucumber populations (Table 1).

Table 1. Marker analysis results of Pickled cucumber populations

Backcross Populations	CMV		ZYMV		CMV+ZYMV	Powder Mildew (PM)		CMV+ Powder Mildew (PM)
	R	S	R	S		R	S	
STD1xJULL	9	11	6	14	5	8	12	4
STD2xJULL	11	9	8	12	3	6	14	4
STD1xPRK	10	10	9	11	3	9	11	2
STD2xPRK	8	12	11	9	4	11	9	4
STD1xHAR	8	12	13	7	3	12	8	5
STD2xHAR	9	11	11	9	5	10	10	5
Total	55	65	58	62	23	56	64	24

R: Resistance, S: Susceptible

As in other species, there are important diseases and pests that limit cucumber production. In the manage these diseases and pests, cultural and chemical struggles are carried out, but these struggles increase the cost of input and at the same time negatively affect the environment. However, the use of resistant varieties can prevent these problems. In cucumber, CMV, ZYMV and Powder mildew are some of them. Gokbulut et al. (2021) were conducted a study to investigate structure of genetic resistance to ZYMV of cucumber for marker-assisted selection (MAS). Forty-eight resistant and 48 susceptible lines were selected from a germplasm of 600 cucumber lines. A total of 54 candidate marker loci were determined, which were clustered into two groups based on Dice', average distance, simple matching and correlation similarity matrices. In the association analyses, associating markers were detected. Their results explained %78 of total variation for ZYMV. The remaining 22% of the variation was possibly due to presence of additional gene(s) and environmental effect that caused lower repeatability.

The commercial yield of cucurbit crops infected with Cucumber mosaic virus (CMV) severely decreases. Chemical treatments against CMV are not effective; therefore, genetic resistance is considered the primary line of defense. Shi et al. (2018) studied resistance to CMV in cucumber inbred line '02245' using a recombinant inbred line (RIL) population generated from a cross between '65G' and '02245' as susceptible and resistant parents, respectively. They stated as genetic analysis that CMV resistance in cucumber is quantitatively inherited. Analysis of the RIL population revealed that a quantitative trait locus (QTL) was found on chromosome 6; named *cmv6.1*, this QTL was delimited by SSR9-56 and SSR11-177 and explained 31.7% of the phenotypic variation in 2016 and 28.2% in 2017. The marker SSR11-1, which is close to the locus, was tested on 78 different cucumber accessions and found to have an accuracy of 94% in resistant and moderately resistant lines but only 67% in susceptible lines.

Powdery mildew (PM) is one of the most severe fungal diseases of cucumber that limits its production worldwide. Badri Anarjan et al. (2021) screened to 140 genotypes of cucumber for disease resistance under field and artificial conditions, and then validated with eight known SSR markers linked to PM resistance. Among these genotypes, genotype GS140 was found resistant (R), whereas GS148, GS16 and GS70 were moderately resistant, and GS169 was found to be tolerant. Of all the eight markers, only C31, C80, C162, SSR16472 and SSR16881 amplified the reported linked allele. The 127 bp allele of SSR16881 was found to be associated with the lowest disease severity of 37.65%.

The associated markers could further be verified for their usability using linkage studies and the contrast genotypes in the present study could serve as a tool for selection in future marker-assisted selection breeding strategies for PM resistance.

The results of present study show that that CMV, ZYMV and powdery mildew resistance genotypes which determined with this study have important potentials in the pickled cucumber breeding program.

Acknowledgment

The authors are grateful for the support provided by the Erciyes University Scientific Research Coordination Unit with project number of FYL-2023-12747 and TUBITAK-TEYDEB 1505 with project number 5210008 in generating the data presented in this publication

References

- Gokbulut, T., Fidan, H., Firat, A. F., Coskun, O. F., Pinar, H., & Gulsen, O. (2022). Genome-wide surveying of cucumber (*Cucumis sativus* L.) lines for identifying loci of ZYMV resistance.
- Shi, L., Yang, Y., Xie, Q., Miao, H., Bo, K., Song, Z., ... & Gu, X. (2018). Inheritance and QTL mapping of cucumber mosaic virus resistance in cucumber (*Cucumis Sativus* L.). *PLoS One*, 13(7), e0200571.
- Badri Anarjan, M., Bae, I., & Lee, S. (2021). Marker-assisted evaluation of two powdery mildew resistance candidate genes in Korean cucumber inbred lines. *Agronomy*, 11(11), 2191.
- Shi, L., Yang, Y., Xie, Q., Miao, H., Bo, K., Song, Z., ... & Gu, X. (2018). Inheritance and QTL mapping of cucumber mosaic virus resistance in cucumber (*Cucumis Sativus* L.). *PLoS One*, 13(7), e0200571.
- Amano, M., Mochizuki, A., Kawagoe, Y., Iwahori, K., Niwa, K., Svoboda, J., ... & Imura, Y. (2013). High-resolution mapping of *zym*, a recessive gene for Zucchini yellow mosaic virus resistance in cucumber. *Theoretical and applied genetics*, 126, 2983-2993.
- He, X., Li, Y., Pandey, S., Yandell, B. S., Pathak, M., & Weng, Y. (2013). QTL mapping of powdery mildew resistance in WI 2757 cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 126, 2149-2161.
- Badri Anarjan, M., Bae, I., & Lee, S. (2021). Marker-assisted evaluation of two powdery mildew resistance candidate genes in Korean cucumber inbred lines. *Agronomy*, 11(11), 2191.
- Zheng, L., Zhang, M., Zhuo, Z., Wang, Y., Gao, X., Li, Y., ... & Zhang, W. (2021). Transcriptome profiling analysis reveals distinct resistance response of cucumber leaves infected with powdery mildew. *Plant biology*, 23(2), 327-340.

- Zhang, Z. Y., Dai, G. H., Zhuge, Y. Y., & Li, Y. B. (2008). Protective effect of *Robinia pseudoacacia* Linn1 extracts against cucumber powdery mildew fungus, *Sphaerotheca fuliginea*. *Crop protection*, 27(6), 920-925.
- Liu, P. N., Miao, H., Lu, H. W., Cui, J. Y., Tian, G. L., Wehner, T. C., ... & Zhang, S. P. (2017). Molecular mapping and candidate gene analysis for resistance to powdery mildew in *Cucumis sativus* stem. *Genetics and Molecular Research*, 16(3).

Torfun, Doğal Yem Katkı Maddesi Olarak Etkinliği ve Kanatlı Hayvan Besleme Kullanımı

Yavuz GÜRBÜZ

Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Yozgat, Türkiye

*Sorumlu yazar: yavuz.gurbuz@yobu.edu.tr

Öz

Torf (turba), kolayca bulunabilen doğal bir malzemedir ve yalnızca tarımda değil, aynı zamanda insan ve hayvan besleme ve sağlığında yaygın olarak kullanılan biyolojik aktif maddelerin kaynağı olarak tanımlanabilir. Son yıllarda torfun yem katkı maddesi olarak kullanımına olan ilgi, özellikle enterik hastalıkları önleme ve kanatlı hayvanlarda büyümeyi teşvik etme özelliğinden dolayı artmıştır. Çeşitli torf preparatlarının sindirim, büyüme ve hayvanların bağışıklık sistemleri üzerindeki faydalı etkilerinin yanı sıra emici ve detoksifikasyon yetenekleri, faydalı hümitik maddelerin yüksek içeriği ile ilişkili olduğu araştırmalar sonucu ortaya konmuştur. Bununla birlikte torf preparatlarının kullanılmasının bazı dezavantajı olduğu bildirilmiştir. Bu dezavantajı oluşturan en önemli faktör ise, oluşum sırasındaki farklı biyolojik, kimyasal ve jeolojik koşulların neden olduğu çeşitli torf türlerinin önemli çeşitliliği ve buna bağlı olarak toksik madde içerebileceğidir.

Ayrıca çeşitli torf preparatlarının biyolojik aktivitesi sadece kimyasal bileşimlerdeki dalgalanmalarla değil aynı zamanda farklı elde etme ve uygulama teknikleriyle de ilişkili olduğu bilinmektedir. Mevcut çalışmalara dayanarak, ilgili hayvan türleri için hangi uygulama tekniğinin en etkili olduğu açık olmamakla birlikte denemeler ve araştırmalar devam etmektedir. Çiftlik hayvanlarının da dahil edildiği, sorunun aydınlatılmasına yönelik ileri düzey çalışmalar yapılmaktadır ve bunlara bu çalışma içinde yer verilmiştir. Torfun hayvan besleme kullanımının ikincil riski mikrobakteriyel kontaminasyon olasılığına açık olmasıdır. Bundan dolayı besleme rasyonlarının torf yem katkı maddeleri ile desteklediği süreçte, madencilik, işleme ve depolama sırasındaki potansiyel yabancı ve zararlı madde ile kontaminasyon riskinin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı, mevcut literatüre dayanarak hayvan beslenmede ucuz ve önemli bir yem katkı maddesi kaynağı olan torf kullanımının avantajı, kullanımı ve riskleri karşılaştırmak olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Hayvan besleme, torf, humat; hümitik maddeler, mikobakteriler, yem katkı maddesi

Efficiency of Peat as a Natural Feed Additive and Its Use in Poultry Feed

Abstract

Peat is an easily available natural material and can be defined as a source of biologically active substances that are widely used not only in agriculture, but also in human and animal nutrition and health. In recent years, interest in the use of peat as a feed additive has increased, especially due to its ability to prevent enteric diseases and promote growth in poultry. Studies have shown that various peat preparations have beneficial effects on digestion, growth and immune systems of animals, as well as their absorbent and detoxification abilities, and their high content of beneficial humic substances. However, it has been reported that there are some disadvantages of using peat preparations. The most important factor that creates this disadvantage is the significant diversity of various peat types caused by different biological, chemical and geological conditions during formation and may contain toxic matter accordingly.

It is also known that the biological activity of various peat preparations is not only related to fluctuations in chemical compositions, but also to different extraction and application techniques. Based on available studies, it is not clear which application technique is most effective for the respective animal species, but trials and research are ongoing. Advanced studies are carried out to shed light on the problem, including farm animals, and these are included in this study. The secondary risk of peat animal feed use is its vulnerability to the possibility of mycobacterial contamination. Therefore, as long as the feeding

rations are supplemented with peat feed additives, the risk of contamination with potential foreign and harmful substances during mining, processing and storage should be minimized. The aim of this study was to compare the advantages, use and risks of using peat, which is an inexpensive and important source of feed additives in animal nutrition, based on the existing literature.

Keywords: Animal feeding, peat, humate; humic substances, mycobacteria, feed additive

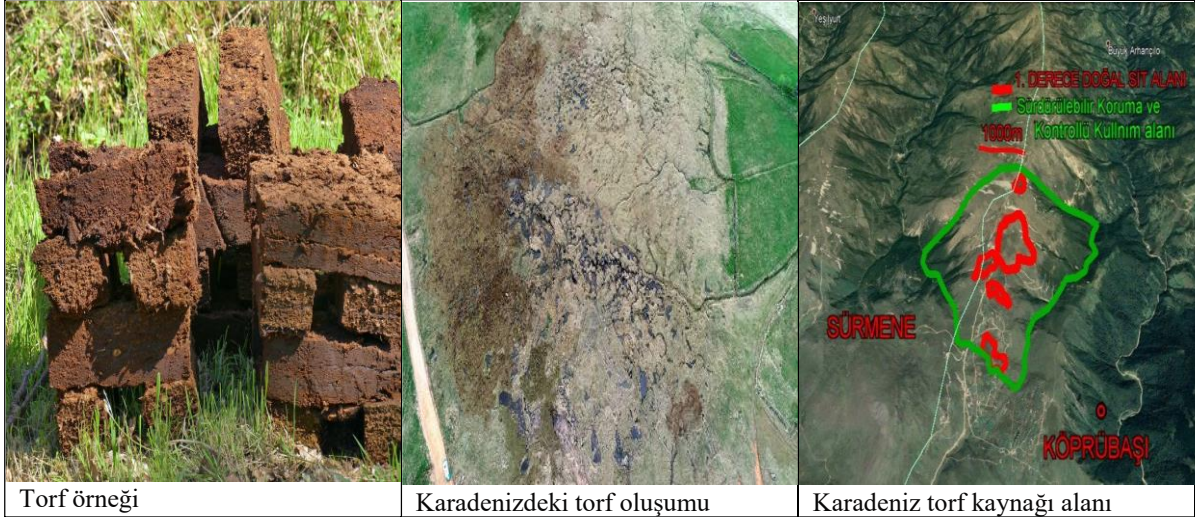
Giriş

Torf, kolayca bulunabilen doğal bir malzemedir ve yalnızca tarımda değil, aynı zamanda insan ve hayvan hekimliğinde de yaygın olarak kullanılan biyolojik olarak aktif maddelerin kaynağıdır. Çeşitli torf ekstraktları çeşitli klinik uygulamalara başarıyla uygulanmıştır. Torf, hiperasidite, ishal, mide ülseri, dizanteri vb. gibi mide ve sindirim sorunlarına karşı geleneksel bir önleyici ve tedavi edici madde olarak görülmektedir. Dışarıdan uygulanan torf preparatları dermatit, kanama, flebit, mioreksis, kas sertleşmesi ve kontüzyonu, eklem lüksasyonu, vertebral rahatsızlık (servikal ve lomber vertebra), romatoid hastalıklar, ishalji, artroz, artrit, osteomyelit vb. tedavisinde kullanılır. Çiftlik sürülerinde torf genellikle yataklık olarak kullanılır (Pavlik vd., 2003; Trckova vd. 2005). Yapısı ve yumuşak özellikleri, hayvan uzuv sıyrıklarının profilaksisinde faydalı etkiler gösterir. Emici yetenekleri nedeniyle torf, çiftlik ortamlarında kokulu emisyonların yanı sıra çeşitli çevre kirliliğinin üretimini de azaltabilir. Son zamanlarda çiftçilerin torfın yem takviyesi olarak kullanımına olan ilgisi artmış ve bu da torf preparatlarının piyasaya çıkmasına neden olmuştur. Hem faydalı hümik maddelerin hem de diğer organik ve mineral maddelerin içeriğinin yüksek olması, uygulanmasının kolay olması, hümik maddelerin yan etkilerinin (alerji, direnç) bulunmaması ve hayvansal kökenli ürünlerde kalıntı bulunmaması, torfın hayvan beslenmesinde kullanılabilmesini göstermektedir (Beer vd., 2003; Choi vd., 2003; Heavey, 2003; Tymczyna vd., 2004.). Torf kalori sağlamaz ancak sağlık açısından çeşitli faydaları vardır. Torf preparatlarının kullanılmasına yönelik bir itiraz, torfın homojen olmayan bir yataktan gelmesi nedeniyle sonuçların tekrarlanabilirliğinin olmamasıdır. Bu derlemenin amacı, mevcut literatüre dayanarak hayvan beslenmesinde torf kullanımının avantaj ve risklerini karşılaştırmaktır.

Dünyada ve Türkiye’de ki torf kaynakları

Dünya üzerinde yaklaşık 450 milyon hektar torf kaynağı bulunmaktadır. Sibirya, Baltık Denizinin doğusu, Kanada’nın kuzey kesimlerindeki düzlüklerde ağır drenaj bozukluklarına bağlı olarak dünyanın en geniş torf kaynakları bulunmaktadır. Rusya 162,5 milyar tonluk turba rezervi ile başı çekmekte ve Kanada, 127 milyon hektar torf kaynakları bulunmaktadır. Finlandiya’nın turbalık alanlarının genişliği 9.3 milyon hektar, İsveç 9 milyon tonluk, İrlanda 5 milyar tonluk torf rezervine sahiptir. Türkiye’de ise özellikle iklim koşullarına bağlı olarak çok kısıtlı torfluk alan bulunmaktadır (Gorham, 1991)

Türkiye’de torf ve torfa benzer oluşumlar yaklaşık 22 bin hektardan meydana gelmektedir. Türkiye’de gerçek turbalık özelliğine sahip yerler daha çok Karadeniz dağlarında, Bolu, Denizli, Van ve Adıyaman çevresinde bulunmaktadır. Türkiye’de torf üretimi için uygun özelliğe sahip olan yerler daha çok Karadeniz Dağlarıdır. Özellikle 600 hektarlık asidik torf toprağından meydana gelmiş en büyük yüksek rakımlı sulak alanı olan Trabzon Ağaçaşlı Turba Bataklığı, ülkemizde en verimli torf yataklarından sayılmaktadır. Bununla birlikte Antalya bölgesi de yerel torf yatakları açısından zengin bir bölgedir (Bozkurt vd., 2001).



Torf örneği

Karadenizdeki torf oluşumu

Karadeniz torf kaynağı alanı

Torf kalitesini etkileyen faktörler

Torf doğada, fiziksel-kimyasal özelliklerini etkileyen çeşitli biyolojik, kimyasal, fiziksel ve jeolojik koşullar altında oluşmaktadır. Torfun niteliklerini değerlendirirken aşağıdaki hususların dikkate alınması önemli olmaktadır. Torfun oluşturulduğu bitki topluluklarının kökeni, özellikle yaşı ve biyolojik bileşimi humifikasyon sürecine katılan mikroorganizmaların türleri ve mikroorganizma popülasyonlarının sıklığı ve kullanılacak torf yatağında mineral maddelerin içeriğinin iyi bilinmesi gerekmektedir (Kazda, 2000; Wise vd., 2000).

Torf maddesinin kaynağı

Torflar, genellikle nispeten düz arazilerde bulunan, karakteristik olarak suya doymuş kısmen bataklık alanlarda oluşmaktadır. Yüzeyin onlarca santimetre altına varan soğuk ve anaerobik koşullar, organik kalıntıların en az 30 cm ve sıklıkla birkaç metre derinliğe kadar birikmesine neden olabilmektedir. Bu tür bir ortamın karakteristik özelliği olan bir dizi karmaşık ayrışma ve birikim süreci, torf oluşumuna yol açmaktadır. Torf bataklıkları, yılın büyük bölümünde veya tamamında fazla suyun varlığının organik maddelerin tamamen bozunmasını önlediği ve torfu oluşturan çökeltilerin birikmesine neden olan yerlerde oluşmaktadır. Torf ekosistemlerinin, ombrotrofik bataklıklar, mineralotrofik bataklıklar ve geçiş bataklıkları şeklinde genel sınıflandırmasının ana sebebi, bataklık suyunun kökenine dayanmaktadır. Ombrotrofik torflıklarda su yalnızca yağışla sağlanırken, minerotrofik bataklıklarda ek olarak minerali kaynak sudan sağlanabilmektedir (Bozkurt vd., 2001).

Ombrotrofik bataklık

Ombrotrofik (yüksek bataklık) bataklık, yoğun yağış alan alanlarda, kısmen mineral eksikliği, özellikle de kalsiyum eksikliği olan asidik kayalar nedeniyle drenaj kabiliyeti zayıf olan yataklardan oluşmaktadır. Çünkü, daha yüksek rakımlarda yüksek düzeyde hava nemi gözlemlenebilir, bu nedenle bataklıklar çoğunlukla dağlarda ve tepelerde oluşmaktadır. Buna bağlı olarak aşırı nem, organik materyalin gecikmeli çürümesine ve birikmesine neden olmaktadır. Bu koşullar altında, yalnızca sphagnum yosunu (*Sphagnum* sp.), saç yosunu (*Polytrichum* sp.), pamuk otu (*Eriophorum* sp.), dendriform bitkiler, bodur ağaçlar [özellikle ladin (*Picea* sp.) gibi basit bitki örtüsü hayatta kalabilir.] ve çam ağaçları (*Pinus* sp.) torf yosunları, mevcut tüm besin maddelerini bağlayıp bataklık suyunu asidik hale getirdiğinden, yüksek bitkilerin büyümesi bizzat torf yosunları tarafından engellenmektedir. Yüksek bataklıkların oligotrofik torfu çok düşük konsantrasyonlarda inorganik madde ve kül içerir (%2 ila %4); buna bağlı olarak mineral besin maddeleri bakımından yetersizdir ve asitlik düzeyi yüksektir (pH 3 ila 4) ve subjektif görüntüsü açık, ufalanmış ve sarı-kahverengi aralığındaki renklerden oluşur (Pereverzev, 2005; Trckova vd.2005)

Minerotrofik bataklık

Minerotrofik (alçak bataklık) bataklıklar, ötrofik toprakların yakınında meydana gelir veya besin açısından zengin sular tortuyla dolduğunda olmaktadır. Bitki besin maddelerinin bolluğu, bataklıkların bereketli bitki örtüsünü desteklemesine meydan vermektedir. Mineraller bakımından zengin havzalarda ortaya çıkan (kireçtaşı kili, marn, gölet çamuru gibi); oldukça yüksek oranlarda inorganik madde ve yüksek kül içeriğine sahiptirler (%6 ila 18). Ayrıca nötr ila hafif alkali pH'a sahip (6 ila 8) olmaktadır. Alçak bozkırların ötrofik torfunun rengi koyu kahverengiden siyaha kadar değişmekle birlikte yoğun, yağışlı havalarda balçık şeklinde ve kurutulduğunda toz haline getirilebilmektedir. Özellikle saz (*Carex* sp.), kamış (*Phragmites* sp.), kamış (*Calamagrostis* sp.) ve at kuyruğu (*Equisetum* sp.), huş ağaçları (*Betula* sp.), kızılâğaç (*Alnus* sp.) gibi yüksek bitkiler, Çam (*Pinus* sp.), ladin (*Picea* sp.) ve bazı yosun türleri (*Sphagnum* sp., *Musci* sp. ve *Hypnum* sp.) minerotrofik bataklık oluşumuna katkıda bulunan bitkilerdir (Bozkurt vd., 2001; Pereverzev, 2005).

Mezotrofik (geçiş batağı)

Geçişli (mezotrofik) bataklıklar, alçak bataklık ve yüksek bataklıklar arasındaki yapısal geçişi temsil etmektedir. Ombrotrofik bataklıklar, örneğin torfların yükseltilmiş bataklık olarak adlandırıldığı mineralotrofik bataklık yatağı üzerinde oluşturulabilmektedirler. Geçiş bataklıkları yalnızca ılıman veya soğuk iklimlerde bulunmakta ve araziden bağımsız olmaktadır. Ve bu alanlar, suyla dolu ve yavaş yavaş büyümüş sığ arazi çöküntülerini meydana getirmektedirler. Burada çeşitli yosun türleri (*Polytrichum* sp., *Sphagnum* sp. ve *Hylocomium* sp.), dendritik bitkiler ve sazlar bulunabilmektedir. Yükseltilmiş bataklıklar doğal olarak ağaçsız ve dışbükey veya kubbeli formdan oluşmaktadır. Bu alanların kül içeriği %4 ila 6 arasındadır ve genellikle düşük miktarda mineral besin rezervi bulundurmaktadır. Bu kaynakların asitlik seviyesi genellikle orta ila yüksek arasında olduğu kayıt edilmiştir. Yukarıda bahsedilen topografik sınıflandırmaların yanı sıra, farklı torf türlerini ayırt etmek için kullanılan başka sınıflandırma sistemleri de mevcut bulunmaktadır (Pereverzev, 2005; Trckova vd2005).

Torf yapısının üç katmanı oluşma süresi ve ayrışma derecesine ve rengine göre ayırt edilebilmektedir. Bunlar; lifli torf, hemik torf, saprik torf olarak tanımlanmaktadır (Andriessse, 1988).

Torf, bataklığının yüzeyinde her yıl yeni bir yeşil bitki örtüsü tabakası oluşmasıyla meydana gelebilmektedir. Güneş ışığını hapseden ve bunun sonucunda torfun daha derin katmanlarında ısı birikmesine neden olan yeşil sphagnum yosunundan meydana gemektedir. Bu üst aerobik kısımda bozunma hızlıdır ve proteinler ve basit şekerler gibi kolay kullanılabilen bitki bileşenleri mikroorganizmalar tarafından hızla tüketilmektedir. Fibrik torf(lifli) %67'den fazla lif içeriğine sahiptir ve bitki liflerinin üçte ikisinden fazlası olarak tanımlanabilmektedir.

Yüzey katmanının altında, anaerobik koşullar altında, oksijen eksikliği nedeniyle bozunma hızı hızla azalır. Anaerobik katmanda, oksijen içeren bitki bileşenleri, bozunmanın ilerlemesi için gerekli olan önemli oksijen kaynağını oluşturmaktadır. Anaerobik asitli koşullar altında şeker gibi basit organik moleküller bozularak karbondioksit ve metan gazı oluşmasına sebep olabilmektedir. Ayrıca oluşan kükürt ise hidrojen sülfid oluşturabilmektedir. Dolayısıyla bu gazlar ve miktarları bu alanlarda hangi bozunma süreçlerinin aktif olduğunun önemli göstergelerini göstermektedir. Hemik turba, daha az ayrışmış lifli turba ile daha fazla ayrışmış saprik turba arasında ayrışma derecesi açısından orta düzeyde olmakta ve bu %33 ila 67 arasında lif içeriğine ve bitki lifine sahip olmaktadır. Trckova vd.2005)

Tamamen mineralize olmuş malzeme, yaklaşık 2 m derinlikteki alttaki siyah tabakada bulunur ve yüksek oranda hümik maddeler ve organizmalar üzerinde faydalı etkiler oluşturabilen diğer bileşenleri içerir.

Saprik turbanın lif içeriği %33'ten azdır ve bitki liflerinin üçte birinden azı tanımlanabilir.

Torfun organik maddesinin dönüşüm ve yok olma durumunu tanımlamak için özel bir kavram olarak ayrışma derecesi kullanılmaktadır. Norma biyolojik özellikteki bitkilerin ayrışma ürünü ve bitki dokusunun hücrel olmayan ince parçalarından oluşan amorf madde içeriğini yansıtmaktadır. Ayrıca hümik maddelerin içeriğini yansıtan başka bir kavram olan humus derecesi de kullanılmaktadır. Bu iki kavram arasında genellikle bir ayırım yapılmamakta ve terimler sıklıkla birbirinin yerine kullanılabilir. Torf oluşturan kimyasal bileşenler torfun kimyası, çamur bitkilerinin ve mikroorganizmaların kimyasal bileşimlerinin, toprağın su kalitesinin ve ayrışma süreci sırasında üretilen ikincil maddelerin birleşiminden kaynaklanmaktadır. (Trckova vd2005)

Torfu oluşturan organik maddeler

Torfun organik karbon içeriği kuru maddenin %50'sini aşmaktadır. Torfdaki bu karbon içeriği derinlikle birlikte artmakta ve sebeple torf tabakası ne kadar eski olursa, organik maddesi de o kadar karbonlaşmış olmaktadır. Farklı torf türleri neredeyse aynı toplam karbon içeriğine sahip olmakta ve buna karşılık, nitrojen konsantrasyonu torfdaki sfagnum oranına bağlı olarak önemli ölçüde değişerek C/N oranı oligotrofik torfda 39'dan geçiş torfsında 28'e ve ötrofik torfda 22'ye değişmektedir (Kazda, 2000).

Torfun organik madde bileşimi bitki kalıntılarının nemlenme derecesine bağlı olmakta ve humifikasyon sırasında stabil hümik maddeler, hemiselüloz, selüloz, lignin, pektinler, bitümler, mumlar, reçineler, azotlu malzemeler, lipitler, amino asitler, doymamışlar gibi hümik olmayan maddelerin (Tablo 1) mikrobiyal dönüşümüyle oluşturulmaktadır (Anonym, 2002). Böylece, doymuş yağ asitleri, organik kükürt, çeşitli karbonhidrat türleri, nişasta bileşikleri, eterli yağlar, balsam, biyoterin ve tannik asit. Hümik, fulvik, ulmik asitler ve hüminler gibi hümik maddeler (Tablo 2) nemlendirilmiş torfun büyük kısmını oluşturmaktadır (Anonym, 2002; Kocabaglı vd., 2002; Janos, 2003) Perminova vd., 2003). Buna bağlı olarak, suyu tutma, ufalanma ve elektrostatik iletkenlikten sorumlu olan, son derece yüksek moleküler ağırlığa sahip koyu kahverengi, çözünmeyen bir torf fraksiyonu oluşmaktadır (Bozkurt vd., 2001; Trckova vd2005).

Tablo 1. Hümik olmayan organik maddelerin gözden geçirilmesi

Hümik olmayan mad.	İçerik (%)	Karakterizasyon
Suda çözünür bileşik	5-10	Başta polisakkaritler, monosakkaritler ve bazı tanenler olmak üzere suda çözünebilir bileşiklerin içeriği, ayrışma aşamasına bağlıdır. Bu maddeler ayrışma sırasında ilk sızan maddelerdir ve bu nedenle en yüksek içerik, en az ayrışan malzemelerde bulunur. Suda çözünebilir bileşiklerin orijinal içeriği büyük olasılıkla bitki örtüsünün türüne bağlıdır.
Eter ve alkolde çözünen malzemeler	5-15	Bazı çalışanlar tarafından ayrı ayrı belirlenen eter ve alkol ekstraktları, yağ asitleri, mum benzeri bileşenler, reçineler ve azotlu yağlar, bazı mumlar, tanenler, çeşitli pigmentler, alkaloidler ve çözünür karbonhidratlar içermektedir. Miktarlar orijinal bitki örtüsüyle güçlü bir şekilde ilişkilidir. Örneğin, torfun sfagnumu %15'e kadar çözünür karbonhidrat içerebilir, kamyşlar ve torfun sazları ise %5'ten daha az çözünebilir karbonhidrat içerir. Bu oran genellikle torfun yaşının artmasıyla birlikte artar.
Selüloz ve hemiselüloz	5-40	Selüloz ve hemiselüloz fraksiyonu kolayca ayrışır, dolayısıyla orijinal bitki örtüsündeki içerik genellikle türetilmiş torfdan daha fazladır.
Lignin ve lignin türevi maddeler	20-50	Lignin ve lignin türevi malzemeler genellikle torfun en büyük kısmını oluşturur çünkü diğer malzemeler uzaklaştırıldıkça bunların miktarı bozunma sırasında artar. Bu fraksiyon, yukarıdaki üç fraksiyon çıkarıldıktan sonra kalıntının güçlü sülfürik asit ile hidrolizi yoluyla tahmin edilir. Lignin mikrobiyal parçalanmaya karşı oldukça dirençlidir. .
Azotlu malzemeler veya ham	0.3-4.0	Azotlu bileşenler diğer fraksiyonlarla karşılaştırıldığında küçüktür ve çoğunlukla proteinli yapıdadır. Toplam nitrojen içeriği kuru ağırlık bazında çok farklı değişiklik gösterebilir.

proteinler		
------------	--	--

Humik maddeler, suyu tutma, ufalanma ve elektrostatik iletkenlikten sorumlu olan, son derece yüksek moleküler ağırlığa sahip koyu kahverengi, çözünmeyen bir torf fraksiyonu oluştururlar. Kromatografik analizler humik maddelerin moleküler ağırlığının öncelikle kaynaklarından (tatlı su, toprak, turba ve kömür) etkilendiğini göstermiştir (Perminova ve diğerleri, 2003).

İnorganik maddeler

İnorganik maddeler, su veya rüzgâr yoluyla toprak mineral içerikleri olarak veya doğal olarak bitki organizmalarına bağlı mineral maddeler olarak torfda bulunmaktadır. Mineral madde içerikleri torfda genellikle %10'dan fazla olmamaktadır. Farklı torflar arasında mineral bileşiminde genellikle geniş bir değişiklik olmakla birlikte, karbon, hidrojen, nitrojen ve oksijenin dışında ana bileşenler ya kalsiyum ya da silikondan meydana gelmektedir. Toplu element bileşimlerinde silikonun baskın olduğu mineral toprakların aksine, torf külü kalsiyumun baskın olmasıyla karakterize edilmektedir. Kalsiyum ve silikon oranı torfun yapısal özelliklerini karakterize etmektedir. Yüksek moorlu (sazlık ve çimenlik alan), geçişli ve düşük moorlu torfdaki Ca/Si oranları sırasıyla, 3,7, 2,5 ve 1,8'dir. (Pereverzev, 2005). Bu oran, torfun durumunun tanınasal bir indeksi olarak hizmet edebilmektedir. Silikon, genellikle rüzgârla savrulan minerallerden veya yıkanmış çökeltilerden gelmekte ve bu nedenle yalnızca küçük bir oranı oluşturmaktadır.

Bazı torflarda demir, alüminyum, sodyum, kükürt ve fosfor içeriği yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Buna genellikle paludifikasyon döneminde etkili olan belirli çevresel koşullar neden olduğu bilinmektedir. Çevresel değişikliklerin bir sonucu olarak torf birikintilerinin çeşitli katmanları genellikle element bileşiminde farklılıklar göstermekte ve torfda bulunan mikro elementler B, Sr, Zr, Cr, Ag, Au, Ba, Ti, V, Cu, Mn, I ve Co 'dan oluşmaktadır (Anonym, 2002; Janos (2003).

Tablo 2. Humik organik maddelerin gözden geçirilmesi

Hümik madde	Hümik maddelerin tanımı
Hümik maddeler	Kararlı humik maddeler; aynı zamanda humatlar olarak da adlandırılır ve torfun %60 ila %80'ini oluşturur.
Hümik asitler	Bir dizi benzer, aromatik çok işlevli bileşik; orta, yüksek moleküler ağırlığa sahip, koyu kahverengi renkli ve alkalik solventlerde çözünmektedir. Ayrışma derecesine göre, torf türleri bazı durumlarda %50 veya daha fazlasına kadar farklı oranlarda hümik asitlerden oluşmakta ve hümik asitlerin katyon ve anyon değişim bölgeleri sahip olmaktadır.
Fulvik asitler	Benzer bileşime sahip ancak daha düşük moleküler ağırlığa sahip maddeler fulvik asitler olarak tanımlanır. Renkleri sarıdır ve hem alkali hem de asidik ortamlarda çözünürler. Hümik ve fulvik asitler bazen toplu olarak hümik asitler olarak adlandırılır. Alçak bataklık ve geçiş bataklık torflarında, yüksek bataklık torflarına kıyasla hümik asitlerin fulvik asitlere göre daha belirgin bir üstünlüğü olduğu bildirilmektedir.
Ulmik asitler	Torfun koyu renkli, alkolde çözünen ve iyi tanınmayan kısmına ulmik asitler adı verilmektedir.
Humatlar	Humatlar, değişim bölgesinin hidrojen yerine Ca, Na, Al ve Fe katyonu olduğu hümik asit tuzlarını oluşturur.

Torftaki biyolojik aktif maddeler ve mikroorganizmalar

Torfdaki organik maddenin ayrışması ve mineralizasyonunda mikroorganizmalar, baskın bir rol oynamaktadır. Bunların çoğu bakteri, aktinomisetler ve mantarlardan oluşur (Andriessse, 1988). Sphagnum torffu, Bacillus, Arthrobacter, Actinomyces, Streptomyces, Penicillium, Cladosporum, Trichoderma, Mucor vb. Türlerinden oluşmaktadır. Torfda bulunan antibiyotik özelliklere sahip

biyolojik aktif maddeler arasında streptomisin ve penisilin; ayrıca östrojenik maddeler, vitaminler, hormonlar ve enzimler de bulunmaktadır. Torfun iyileştirici etkilerinin çoğunluğu, organizmalar için gerekli olan biyolojik olarak aktif doymamış yağ asitlerinin varlığıyla açıklanabilmektedir.

Torfun organizmalar üzerindeki etkileri

Torf ve çeşitli torf ekstraktlarının etkileri, torfun doğal olarak oluşan bileşenleri olan biyolojik aktif maddelerin olası geçirgenliğine bağlı olmaktadır. Her ne kadar faydalı etkilerin çoğu hümik asitlerin varlığıyla ilişkili olsa da doğal torfun biyolojik aktivitesinin, izole edilmiş hümik asitlerle karşılaştırıldığında daha faydalı olduğu düşünülmektedir (Beer vd., 2003).

Torfun sindirim sisteminin üzerine etkisi

Bağırsakta pH'ın azaltılması

Torf yem katkı maddeleri, özellikle genç çiftlik hayvanlarında sindirim sistemi, mide ve bağırsaklarında bulunan hassas mukozayı önemli ölçüde korumaktadır. Buna göre torf, ishal ile ilgili problemleri önlemek amacıyla, çiftlik hayvanlarının yavrularına (buzağı, kuzu oğlak gibi) yem takviyesi olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu etki, düşük pH'ya sahip olması (3,0 ila 5,5) nedeniyle torf, bağırsak içeriğinin pH'ında bir azalmaya neden olur ve bunun sonucunda bağırsak mikroflorasının kontrolü ve Enterobacteriaceae familyasına ait hayvan patojenik bakterilerinin sınırlı büyümesi sağlanmaktadır. Örnek olarak, iki günlük ishalleri buzağılara 16 gün boyunca süte karıştırılmış 200 g/gün torf verildiğinde, ishal süresinin kısaldığı ve ölüm oranlarının azaldığı sonucuna varılmıştır (Shermer vd., 1998; Zagorchev vd., 2000;)

Torfun düz kasların kasılması üzerine etkisi

Torf, düz kas dokusunun spontan kontraktıl aktivitesi üzerinde uyarıcı etkileri olan çok sayıda suda çözünebilen, kimyasal olarak stabil, sulu çözeltide değişmeyen ve biyolojik aktivitelerini aylarca koruyan maddelerdir. Uyarıcı etkinin α 2-adreno ve D2-dopamin reseptörlerinin aktivasyonu yoluyla meydana geldiği bulunmuştur. Uzun süreli darbe sonrasında bu etkilerin durması aynı reseptörlerin etkisizleştirilmesinden kaynaklanmaktadır. Su torfu ekstraktlarının düz kasların spontan kasılma aktivitesi üzerindeki uyarıcı etkisi, molekül ağırlığı 3 kDa'nın altında olan organik bileşiklerden kaynaklanmaktadır. Torfda bulunan hümik asitler mukozadaki açık sinir uçlarını kapladığından, bağırsak mukozası lezyonu olan hayvanların uyarlanabildiğinde ve potansiyel olarak stresli koşullarında bir azalma olur. Trckova vd.2005)

Yem tüketimi ve yem değerlendirme oranına etkisi

Torfda bulunan fulvik asitler, mineral elementlerle şelat kompleksleri oluşturabilmekte ve elektrik yüklerini değiştirerek organizma tarafından hızlı alıma olanak sağlamaktadır. Böylece hümik asitler hücre zarlarının geçirgenliğini de artırarak, minerallerin kandan hücrelere taşınmasını kolaylaştırmaktadır. Mn, Fe ve Zn gibi elementlerin birçok organik bileşiklerle bağ oluşturmasıyla hümik asitlerin taşınmasını kolaylaştırabileceği düşünülmektedir. Humatların hayvan beslenmesinde uygulanmasının çok kısa bir geçmişi bulunmaktadır. Günümüzde kanatlı hayvan beslemede biyokimyasal, immünolojik, hematolojik ve üretkenlik göstergeleri üzerinde olumlu etkisi olan ekolojik açıdan güvenli, biyolojik olarak aktif elementlerin ve preparatların kullanımına büyük önem verilmektedir (Kocabağlı vd., 2002).

Torfun detoksifikasyon özelliği

Hümik ve fulvik asitler ayrıca bir dizi toksik maddeyle (kurşun, cıva, kadmiyum, krom gibi ağır metaller, patojen bakterilerin ürettiği toksinler, küfler, pestisitler vb.) şelat kompleksleri oluşturabilir. Ancak mineral maddelerle yapılan şelat komplekslerinden farklı olarak nötr yüke sahiptirler,

çözünmezler ve organizmalar tarafından alınmaları zordur. Buna göre bağırsak yoluyla atılırlar ve organizmada birikmezler ve organizma üzerinde olumsuz etkiler meydana getirmezler. Hümik asitlerin deney hayvanlarına ağır metal iyonu toksisitesi üzerindeki etkisinin uygulama tekniğine ve uygulanan doza bağlı olduğu bulunmuştur. Hümik asitlerin daha yüksek dozları (50 mg/l) balıklarda kromun toksisitesinde azalmaya yol açarken, daha düşük dozlarda (0.5 ila 5 mg/l) herhangi bir azalma gözlenmemiştir Herzig vd., 1994).

Biyokimyasal ve hematolojik özelliklere etkisi

Bazı çalışmalar, torf preparatlarının lipit metabolizması üzerindeki yararlı etkilerine ve bunların lipit metabolizması bozukluklarının (hiperkolesterolemi) tedavisinde potansiyel kullanımına odaklanmışlardır. Sıçanları torf besledikten sonra toplam kolesterol, toplam lipit ve glikoz seviyeleri azalmış ve yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), globulin, hemoglobin, hematokrit seviyeleri ve eritrosit sayısı artmıştır. Hindi rasyonuna %1,0 humat ilavesi karın yağ tabakasının kalınlığında önemli bir azalmaya neden olmuş, ancak rasyondaki daha düşük humat konsantrasyonu (%0,5) bu etkiyi göstermemiştir. Aynı şekilde broyler rasyonunda %0,25 humatla beslenen piliçlerde de karın yağında önemli bir azalma gözlenmemiştir. Torf, lipit metabolizmasının iyileştirilmesinin yanı sıra preparatlar aynı zamanda proteinlerin, minerallerin metabolizmasında iyileşme sağlamakta ve hayvanlarda organizmanın korunması ve adaptasyon fırsatlarının artırılmasını sağlamaktadır (Kocabağlı vd., 2002; Trckova vd2005)

Sodyum bağlı hale getirilmiş humatla beslenen broyler piliçlerinin kan serumundaki toplam protein miktarı, besi dönemi sonunda %8 ila %10, bacak ve göğüs kaslarında ise sırasıyla %6 ve %10 oranında artış göstermiştir. Ayrıca kan serumundaki protein fraksiyonlarının profili değişmiş ve albüminler, toplam immünoglobulinler arttı ve globulinlerin azalmasına sebep olmuştur. Bununla birlikte etlik piliçlerin karaciğer ve göğüs kaslarındaki doymuş ve doymamış yağ asitlerinin oranı olumlu etkilemiştir. Araştırma sonunda karaciğerdeki toplam lipit içeriği azalmış, göğüs ve bacak kasları ise istatistiksel olmasa da göstermiştir. Yine humatla beslenmeden sonra kan serumu, karaciğer ve kaslarda bazı esansiyel minerallerin (Ca, Al ve Fe) düzeylerinin arttığı kaydedilmiştir (Stepchenko vd., 1991).

Hayvanlarda büyüme ve üretim performansının uyarılması

Geçmişte, çeşitli çalışmalarda torf preparatlarının büyüme, karkas besleme yüzdesi ve spesifik olmayan hayvan ölümlerinin azalması üzerindeki yararlı etkisinden bahsedilmiştir. Örneğin kümes hayvanları için yemlere veya içme suyuna humatların uygulanmasından sonra büyüme ve üretim performansının uyarılması gözlemlendi ve 22 günlük yaştan itibaren %0,25 torf preparatı içeren besleme diyetlerinden sonra etlik piliçlerin kilo aldığı gösterildi. %5 ila %7 oranında artmıştır. (Tablo 3) ve ölüm oranı da %3 ila %5 oranında azalmıştır (Fuchs vd., 1995). Büyüme döneminde humatla besleme, broyler performansı üzerinde büyüme ve yemden yararlanma açısından en faydalı etkiye sahip olmuştur. Broyler piliçlerinin 21. günde canlı ağırlıklar, yem tüketimi ve yemden yararlanma verimliliği istatistiksel olarak olumlu etkilenmemiştir. (Yoruk vd., 2004). Piliçlerin 42. gününde vücut ağırlıkları ve yemden yararlanmaları, rasyondaki humat uygulamalarından önemli ölçüde etkilenmiştir (Tablo 3). En yüksek vücut ağırlığı, 22 günlük yaştan itibaren humatlarla desteklenen grupla beslenen rasyonlarda kaydedilmiştir. Ne toplam yem tüketimi ne de ölüm oranı, humat takviyesinden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde etkilenmemiştir. Her ne kadar humatların piliçlerde büyümeyi nasıl desteklediğine dair hipotez kurmak için yeterli kanıt olmasa da humatların şelasyon özelliklerinden dolayı nitrojen, fosfor ve diğer besin maddelerinin alımını artırabileceği varsayılmaktadır. Bu varsayımın kümes hayvanlarında daha fazla doğrulanması gerekmektedir. Shermer ve ark. (1998), %0.5 veya %1.0 humat içeren diyetlerle beslenen piliçlerin sindirim sistemindeki kısa zincirli yağ asitlerini, amino asit konsantrasyonlarını ve mikrobiyal popülasyonu incelemiştir. Humatların, gastrointestinal sistemdeki (örneğin çekumdaki) mikroflorayı değiştirerek piliçlerin performansını etkileyebileceğini varsaymışlar, ancak çeşitli seviyelerde humatlarla beslenmenin kısa zincirli yağ asitleri konsantrasyonları etkilemediğini bulmuşlardır (Laub, 2000), Yumurtacı tavuklara %0,1 ila 0,2 humat içeren yem rasyonunun ilavesi, yumurta miktarının artmasına, yem dönüşüm oranının artmasına ve tavukların ölüm

oranlarının azalmasına yol açmıştır. Bununla birlikte, rasyonuna humat ilavesi ne yem tüketimini ne de yumurta kalitesini etkilememiştir (Matlova vd., 2003)

Tablo 3. Yem katkı maddesi olarak torfun hayvanların canlı performans özelliklerine etkisi

Hayvan grubu	Grup	Torf preperatı	Torf seviyesi gr/kg	Deneme yaşı, gün	Vucüt ağırlığı	Günlük Canlı ağı. Kazancı gr	Yem değ. Oran 0-42 gün
Broiler	Kontrol	-		0-42	2.35 ^a	-	1.99
	Deneme	Natrium humat	2.5		2.39 ^{ab}	-	1.95
					2.45 ^b	-	1.89
					2.43 ^{ab}	-	1.92
Hindi	Kontrol	-	-	0-140	12.75		2.97 ^a
	Deneme	Hemik torf	50		12.58		3.09 ^b
			100		12.43		3.36 ^b
Kuzu	Kontrol	-	-	0-63	48.9	233 ^a	4.67 ^a
	Deneme	Hemik torf	100		46.2	208 ^b	6.16 ^b
			200		41.8	158 ^b	8.46 ^b
			300		35.8	103 ^b	9.81 ^b

Torfu sıvı veya katı halde taşıyıcı olarak, melas, lignin sülfonat, streptomycetes çözünebilir maddeleri, balık yağı, vitaminler ile kullanılmasına yönelik endüstriyel bir uygulama bulunmaktadır. Ayrıca torf; pirinç kabuğu, ayçiçeği kabuğu, yer fıstığı kabuğu, soya fasulyesi değirmen yemi, odun unu ve mısır koçanı gibi sıklıkla kullanılan diğer taşıyıcı tipi yem içerikleriyle karşılaştırıldığında daha ucuz ve daha hidrofilik olarak görülmektedir. Başka bir çalışmada, ana bileşen olarak hümitik asit ve çeşitli mineral türlerini içeren bir preparatın etkisi yalnızca test edilmiştir. Sonuçlar, yem rasyonunun önerilen oranı olan %0,5 ila 1,0 (genellikle %0,6) içeren preparatın canlı vücut ağırlığını arttırdığını ve yemden yararlanma verimliliğini arttırdığını göstermiştir. Bazı büyük ölçekli çiftliklerin deneyimlerinden torf kullanımının ekonomik açıdan da oldukça karlı olduğu sonucu çıkmaktadır (Slavik, 1999); Pavlik ve diğerleri, 2003).

Sonuçlar ve Öneriler

Büyüme uyarıcısı olarak kullanılan torf preparatı standardize edilmeli ve etkinliği bilinen açıklanmalıdır. Yem rasyonlarında turba kullanımı enerji ve protein sağlamasına değil, hastalıkların engellenmesine yönelik bağışıklık sistemini iyileştirmeye yönelik faydalarına dayanmaktadır. Literatürlerde torfun ve çeşitli torf yem katkı maddelerinin organizmalar üzerindeki yararlı etkilerinin geniş bir yelpazesinden bahsedilmektedir. Hayvanların sindirimi, büyümesi ve bağışıklık sistemi üzerindeki uyarıcı etkileri ve emici ve detoksifikasyon yeteneği ile ilgili ilgili alanda tartışılmakta ve alternatif üretim teknolojisi ve kaynaklar üzerinde durulmaktadır. Bu etkiler torfun içerisinde bulunan faydalı etkilerin yüksek oranda hümitik asit ve diğer organik ve inorganik maddelerle ilişkili olduğu bilinmektedir. Farklı torf türlerinin belirgin heterojenliği, torf oluşumu sırasındaki farklı biyolojik, kimyasal, fiziksel ve jeolojik koşullardan kaynaklanmaktadır. Çeşitli torf preparatlarının biyolojik aktivitesi sadece kimyasal bileşim ve fiziksel faktörlere bağlı olmamaktadır. Turbanın kimyasal niteliklerinin yanında, uygulama teknikleri ile de ilgilidir. Mevcut çalışmalara dayanarak, ilgili hayvan türleri için hangi uygulama tekniğinin en etkili olduğunda tam bir standart oluşturulmamıştır. Bu sorunun aydınlatılmasına yönelik ileri çalışmalar yapılmalı ve çiftlik hayvanlarının hepsi bu çalışmaya dahil edilmelidir. Torf ile beslemenin potansiyel riski, mikobakterilerle birincil veya ikincil kontaminasyonları olmaktadır. Yem rasyonlarının turba preparatlarıyla desteklenmesi koşuluyla, madencilik, işleme ve depolama sırasında torfun çevreyi potansiyel kirlenmesinin en aza indirilmesi için uygun yöntemlerin geliştirilmesine ihtiyaç bulunmaktadır.

Kaynakça

- Andriessse J.P. (1988): Nature and management of tropical peat soils. *FAO Soils Bulletin*, 59, 165.
- Anonym (2002): Effects of Humic Acid on Animals and Humans. Literature Review and Current Research. <http://www.enviromateinc.com/humateanimals.htm>
- Beer A.M., Sagorchev P., Lukanov J. (2002): Isolation of biologically active fractions from the water soluble components of fulvic and ulmic acids from peat. *Phytomedicine*, 9, 659–666.
- Bozkurt S., Lucisano M., Moreno L., Neretnieks I. (2001): Peat as a potential analogue for the long-term evolution in landfills. *Earth-Science Reviews*, 53, 95–147.
- Herzig I., Hampl J., Docekalova H., Pisarikova B., Vlcek J. (1994): The effect of sodium humate on cadmium deposition in the organs of chicken (in Czech). *Veterinarni Medicina*, 39, 175–185.
- Fuchs B., Orda J., Pres J., Muchowicz M. (1995): The effect of feeding piglets up to the 100th day of their life with peat preparation on their growth and physiological and biochemical indices. *Archivum Veterinarium Polonicum*, 35, 97–107.
- Matlova L., Dvorska L., Ayele W.Y., Bartos M., Amemori T., Pavlik I. (2005): Distribution of *Mycobacterium avium* complex isolates in tissue samples of pigs fed peat naturally contaminated with mycobacteria as a supplement. *Journal of Clinical Microbiology*, 43, 1261–1268.
- Janos, P. (2003): Separation methods in the chemistry of humic substances. *Journal of Chromatography A*, 983, 1–18.
- Laub R. (2000): Laub developing humate with anti-HIV, HSV, HPV and other antiviral activity. Biotechnology Information Institute. Antiviral Drug and Vaccine Development Information, 12, ISBN 0897-9871. www.laubbiochem.com/pdf/AABullVol13reprint.pdf
- Pavlik I., Matlova L., Dvorska L., Shitaye J.E., Parmova I. (2005a): Mycobacterial infections in cattle and pigs caused by *Mycobacterium avium* complex members and atypical mycobacteria in the Czech Republic during 2000–2004. *Veterinarni Medicina*, 50, 281–290. <http://www.vri.cz/docs/vetmed/50-7-281.pdf>
- Pereverzev V.N. (2005): Peat soils of the Kola Peninsula. *Eurasian Soil Science*, 38, 457–464.
- Perminova I.V., Frimmel F.H., Kudryavtsev A.V., Kulikova N.A., Abbt-Braun G., Hesse S., Petrosyant V.S. (2003): Molecular weight characteristics of humic substances from different environments as determined by size exclusion chromatography and their statistical evaluation. *Environmental Science & Technology*, 37, 2477–2485.
- Shermer C.L., Maciorowski K.G., Bailey C.A., Byers F.M., Ricke S.C. (1998): Caecal metabolites and microbial populations in chickens consuming diets containing a mined humate compound. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77, 479–486.
- Slavik J. (1999): Effects of humic acid WH 67 in the nutrition of piglets (in Czech). *Krmivarstvi*, 6, 32–33.
- Schols D., Wutzler P., Klocking R., Helbig B., De Clercq E. (1991): Selective inhibitory activity of polyhydroxycarboxylates derived from phenolic compounds against human immunodeficiency virus replication. *Journal of Acquired Immune Deficiency Syndromes*, 4, 677–685.
- Stepchenko L.M., Zhorina L.V., Kravtsova L.V. (1991): The effect of sodium humate on metabolism and resistance in highly productive poultry (in Russian). *Nauchnye Doklady Vysshei Shkoly. Biologicheskie Nauki*, 10, 90–95.
- Trckoa M., L. Matlova, H. Hudcova, M. Faldyna, Z. Zryly, L. Dvorska, V. Beran, Pavlik. I 2005. Peat as a feed supplement for animals: a review *Vet. Med. – Czech*, 50, 2005 (8): 361–377
- Yoruk M.A., Gul M., Hayirli A., Macit M. (2004): The effects of supplementation of humate and probiotic on egg production and quality parameters during the late laying period in hens. *Poultry Science*, 83, 84–88.
- Zhorina L.V., Stepchenko L.M. (1991): The content of free amino acids in the tissues of broiler chicks administered sodium humate in the ration (in Russian). *Nauchnye Doklady Vysshei Shkoly. Biologicheskie Nauki*, 10, 147–150

The Influence of Environmental Conditions on Grape Leaf Parameters and Productivity of the Wine Variety Viorica of Moldovan Selection

Ana GRIBCOVA*, Serghei KISILI, Alvina CEBAN, Angela DUMITRAS

*Scientific-Practical Institute of Horticulture and Food Technologies,
Laboratory of Ecology and Designing, Republic of Moldova*

**Corresponding author: agribcova@gmail.com*

Abstract

The study focused on assessing growth parameters leaf area (LA) and productivity of the Viorica grape variety's when cultivated on slopes with various orientations in the Central and South-Eastern viticultural regions of the Republic of Moldova. Irrespective of the slope's orientation, changes were observed in the growth parameters of leaf area (LA) in comparison to the plateau. Adaptive modifications were noted in the growth and development of leaf surfaces (LS) when the vines were grown on the lower sections of the slopes. These modifications encompassed an increase in the leaf count per shoot on average, an expansion of the leaf blade area, and augmentation in both the LS of the shoot and the overall bush's leaf surface area.

Hence, the study aimed to investigate the impact of slope orientation and positional shifts of the bushes in response to changing environmental conditions. Additionally, the research aimed to examine the developmental patterns of leaf surfaces of Viorica variety vines and their correlation with plantation productivity. Growth parameter determination was conducted dynamically, encompassing phases of flowering, berry growth, and ripening. The research was conducted in the year 2022.

Conclusion: The findings underscore the influence of slope and shrub placement on the parameters of leaf surface (LS). Notably, adaptive changes in LS growth and development were evident when the Viorica variety was positioned on the lower portions of the slope. These changes encompassed an increase in the number of leaves per shoot, an expansion in leaf blade area, as well as augmentation of shoot LS area and leaf area index (LAI), depending on growing conditions.

Keywords: Grapes, Viorica, Slope, Ecological Conditions, Leaf Surface.

Introduction

In the leaves of grape plants, the most important life processes are carried out-photosynthesis, transpiration, respiration-the activity of which depends on the varietal characteristics of plants and their adaptability to environmental factors. As a result of the activity of individual leaves, the total leaf surface (LS) of the shoot, bush, row, and vineyard is formed. The size of the leaf surface (LS), its structure, and operating conditions determine the value of the biological and economic yield, as well as the quality and direction of product use (Amirdzhanov A. G.1980). The rate of leaf surface (LS) formation in grape plants varies; it depends on the biological characteristics of the varieties and their response to growing conditions (Maltabar L.M. 1982).

The purpose of our research is to study the parameters of leaf surface growth during ontogenesis and its impact on the productivity of the vine grape variety Viorica when placed at the top, middle, and bottom of slopes with different exposures.

Material and methods

The studies were carried out on the wine variety Viorica (Moldovan selection) (<https://vinograd.info/sorta/vinnye/viorika.html>) cultivated in the conditions of the Central and South-Eastern viticulture region of the Republic of Moldova. The experimental plot was located on the farm "Bogatmos" SRL, in the village of Taraclia, Causeni district, on a slope with a steepness of 5-8°, with a

south-eastern exposure, at an elevation of $h=120-140$ m The control site was situated on a plateau at the "Agrogled" household in Taraclia city, at an elevation of $h=100-150$ m. The determination of the growth parameters of the leaf surface was carried out dynamically, during the phases of flowering, berry growth, and ripening. Leaves were taken from the middle part of the shoots (8-12 leaves from the base) of the bushes located at the top (t), middle (m), and bottom (b) parts of the slopes. The morphological parameters of the leaves (length, width, diagonal) were determined using simple linear measurements; the area of leaf blades was calculated using the ampelometric method described in the work of (Fulga I.G. 1975). Calculations of the leaf surface parameters of the shoot were made by multiplying the area of the "average" leaf by the number of leaves on one shoot; the leaf area of one bush was calculated by multiplying the leaf surface of the "middle shoot" by the average load of shoots (Amirdzhanov A. G. 1980). At the end of the growing season, the harvest per bush was measured in kilograms (Maltabar L.M. 1982), and the content of dry substances in the must and the titratable acidity were determined. Sugar concentration and titratable acidity were calculated according to the Moldovan Standard (1995). The statistical processing of the research results was carried out according to (Dospekhov B.A. 1979), using a personal computer and the AGROSTAT and MS Office Excel programs.



Image 1. Viorica (Seibel 13-666 x Aleatico)

Viorica [Vierul, Moldova] is a wine grape variety that ripens in the medium-late range (145-150 days) with a sum of active temperatures of 2700°C . The flowers are bisexual. The clusters are medium-sized, weighing 250-300 g, and have a cylindrical-conical shape with medium density. The berries are medium-sized, round, and white. The skin is dense, and the pulp is juicy, imparting a light aroma of muscat to the palate. The sugar content is 18-20% with an acidity level of 7-9 g/l. The bushes are vigorous, and shoot maturation is good. Approximately 80-90% of the shoots are fruitful, with an average of 1,2 clusters per developed shoot and 1.4 clusters per fruitful shoot. The variety has a productivity of 90-100 q/ha and exhibits frost resistance down to -25°C . Bushes damaged by frost recover well. The degree of damage by diseases such as mildew is 2-3 points, while oidium, anthracnose, gray mold, and phylloxera result in a 3-point rating. To protect the Viorica grape variety from diseases, two pesticide treatments are sufficient. This variety is suitable for cultivation using high trunks (70-100 cm) with a load of 45-50 eyes. Pruning should be done to 6-8 buds. Viorica grapes are used in the production of table white wines (Image 1). (<https://vinograd.info/sorta/vinnye/viorika.html>)

Results and Discussions

The rate of leaf surface (LS) formation in grape plants is not uniform; it depends on the biological characteristics of the varieties, growing conditions, and their adaptability to environmental factors. The

leaves are medium-sized, round, strongly dissected, five-lobed, slightly shiny, reticulate-wrinkled, and glabrous on the lower side.

On average, a Viorica grape leaf measures: length 10,2 to 12,7 cm, width 12,9 to 18,3 cm, with a diagonal of 13,1 to 18,4 cm, and a leaf blade area of 149,5 to 268,1 cm². The morphological parameters of the leaves change during ontogenesis, depending on the slope's exposure and the location of the bushes (top, middle, bottom). During the flowering phase on the southeast-exposed slope plot (Bogatmos), leaf parameters vary as follows: length 10,2 to 10,4 cm, width 14,2 to 14,7 cm, diagonal 14,3 to 14,6 cm, and leaf blade area 160,5 to 167,3 cm². These parameters increase as the bushes grow in the lower, less illuminated part of the slope compared to the middle and upper parts (Table 1, Image. 1).

This pattern of increasing morphological parameters and leaf blade sizes during bush growth in the lower part of the slope persists during the phases of berry growth and ripening. In the lower parts of the slopes, the leaf blade area increases by 1,4 to 1,6 times compared to the middle and upper parts. When bushes are placed on a plateau (Agrogled), leaf growth parameters, depending on the vegetation phases, vary as follows: length 10,3 to 12,7 cm, width 12,9 to 18,3 cm, diagonal 13,1 to 18,0 cm, and the leaf blade area reaches 256,7 cm². In most cases, these indicators align with the parameters of leaves from the middle sections of the slope.

Table 1. Leaf surface in dynamics Viorica variety in depending on the development phase, location and exposure of the slope.

The location on the slope, rootstocks		The number of leaves per shoot	Leaf surface		Bush/m ²
			Leaf/cm ²	Shoot/cm ²	
SRL „Bogatmos”, s. Taraclia			Flowering Phase		
Top	Berlandieri×Riparia SO ₄	12,1	157,3	1903,3	6,2
Middle		13,5	145,4	1962,9	7,0
Bottom		12,2	153,6	1873,9	7,5
			Development of fruits Phase		
Top	Berlandieri×Riparia SO ₄	18,3	186,3	3409,3	11,1
Middle		19,7	175,5	3457,4	12,3
Bottom		18,4	181,3	3335,9	13,3
			Ripening of berries Phase		
Top	Berlandieri×Riparia SO ₄	22,7	215,1	4882,8	17,7
Middle		23,0	233,2	5363,6	19,1
Bottom		25,4	268,1	6809,7	24,3
SRL” Agrogled”, or. Taraclia (Plateau)			Flowering Phase		
Riparia×Rupestris 101-14		14,4	134,5	1936,8	5,2
			Development of fruits Phase		
Riparia×Rupestris 101-14		21,2	206,2	4371,4	11,8
			Ripening of berries Phase		
Riparia×Rupestris 101-14		26,3	256,7	6751,2	18,3

The maximum value of LS is reached at the beginning of berry ripening. This indicator is most significantly influenced by the shoot load, bush shape, care practices, and environmental factors, especially moisture supply, and so on. We found that in the Viorica variety, rapid growth of the assimilation surface occurs during the period of active shoot growth (May-June). The increase in LS slows down during the berry growth and ripening period.

In 2022, during the flowering period, depending on the growing conditions, an average of 11 to 15 leaves developed on the shoots. During the berry growth phase, this number increased to 17 to 22 leaves, and by the berry ripening period, there were 22 to 27 leaves per shoot. By the end of the growing season (during the ripening phase) in 2023, the LS of the shoot on the slope ranged from 48.8 to 68.1 dm², while

on the plateau, it was 25.8 dm². This increase in leaf surface occurs as the bushes grow, particularly in the lower parts of the slopes (Table 1, Image 2).

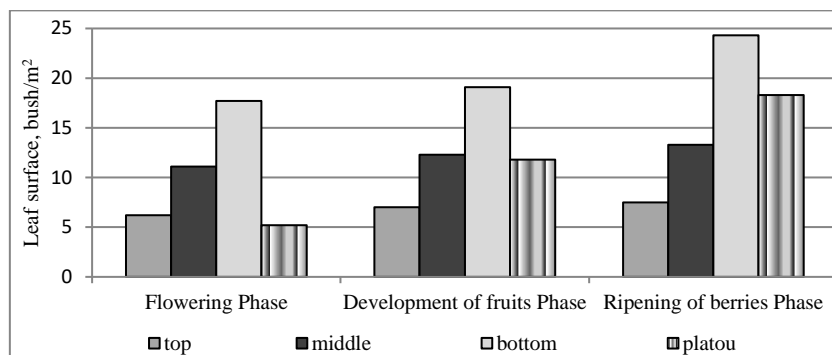


Image 2. The development of the leaf surface in depending on the location of the bushes along the slope and the vegetation phase.

It has been demonstrated that the number of developed shoots per bush decreases when bushes are placed in the lower parts of the slopes, regardless of exposure and steepness. Depending on the vineyard's location (exposure, placement of bushes on a slope or plateau), microclimatic conditions change, including thermal, water, and light conditions. These factors influence the growth of the root system, aboveground parts of the plants (shoots, LS), and the activity of physiological processes within them. We have observed that during the growth of bushes in the lower part of the slopes, adaptive changes occur, including an increase in the LS area, which in turn affects shoot ripening and frost resistance. One of the most critical criteria for evaluating a grape variety is its potential productivity. Achieving a high-quality and predictable harvest is the ultimate goal for growers. Our task is to create optimal conditions for each specific variety and under specific environmental conditions. We have found that when vine plantations are placed on slopes with different exposures and/or plateaus, the yield of the Viorica variety varies. It has been demonstrated that the yield increases toward the bottom of the slope by 1,4-1,9 times compared to the upper part of the slope and by 1,3-1,2 times compared to the plots located on the plateau (Image 3).

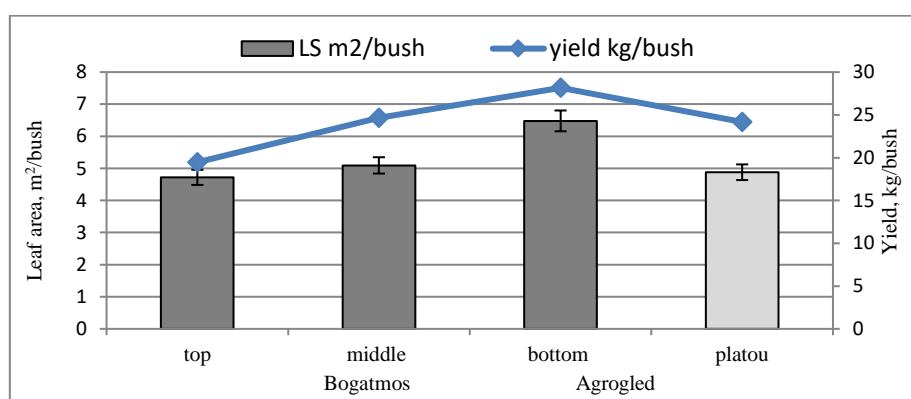


Image 3. Relationship between leaf area and yield of Viorica grapes, depending on the location of the bushes.

The yield and quality of berries depend on various factors and conditions, with varying degrees of influence on vine growth and development. Agricultural practices and meteorological conditions significantly affect both the quantity and quality of the crop. For example, in 2022, the yield of the Viorica variety was 5,0 (c), 6,6 (s), and 7,5 (n) kg/bush, with sugar concentrations ranging from 202 to 220 and titratable acid levels of 5,2-5,6 g/dm². When the bushes are placed on a plateau, this variety yields 6,45 kg/bush, with a sugar content of 215 g/dm² and titratable acid levels of 5,5 g/dm².

Conclusion

When the Viorica variety is grown on slopes with varying exposures in the Central and Southern regions of viticulture in the Republic of Moldova, there are changes in leaf surface and productivity parameters, depending on the microclimatic growth conditions.

Our research has established a clear correlation between the development of leaf surface (LS) in the Viorica variety and environmental conditions, including exposure, slope steepness, and the location of bushes along the slope.

Therefore, when cultivated in the lower parts of the slopes, the Viorica variety demonstrates adaptive changes, with an increase in the number of leaves per shoot, an increase in the area of leaf blades, and consequently, an expansion of the leaf surface area on the shoot.

It has been determined that the yield and product quality vary based on vineyard location, meteorological conditions, and specific agrotechnical measures implemented by each farm.

References

- Amirdzhanov A. G. Solar radiation and productivity of the vineyard / A. G. Amirdzhanov. - Leningrad: Gidrometeoizdat, 1980.- 208 p.
- Dospekhov B.A. Field experiment technique / B.A. Armor. M. Kolos, 1979.- 416 p. fluorescence of chlorophyll / D.Yu. Korneev. Kiev: Alterpres, 2002. -188 p.
- Fulga I.G. Study of the photosynthetic surface of plants. Chisinau: Karya Moldoveneaske, 1975.177 p.
- Stepanov K.I. Physiology and biochemistry of plants: Guidelines for determining the elements of photosynthetic productivity of plants / Stepanov K.I., Nedranko L.V.// Chisinau, 1988.36 p.
- Maltabar L.M., Zhdamarova A.G. Methodology for conducting agrobiological records and observations on viticulture (for students of the Faculty of Fruitful Education in the field of research and development). Krasnodar, 1982, 28 p.
- Moldavian standard SM 84. Fresh hand-harvested grapes intended for industrial processing. Technical conditions. Official edition. Chisinau, "Moldovastandard Department", 1995, 34 p.
- Smirnov K.V., Radjabov A.K., Morozova G.S. Workshop on viticulture, Moscow, Kolos Publishing House, 1995, 272 p. <https://vinograd.info/sorta/vinnye/viorika.html>

Diyarbakır İli Toprak ve Su Kirliliğinin Potansiyel Durumu

Mehmet Can DİKİCİ^{1*}, Koray ÖZRENK²

¹GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye

²Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye

*Sorumlu yazar: mehmetcan.dikici@tarimorman.gov.tr

Öz

Toprak ve su kaynakları toplumlar için yaşamlarını sürdürdükleri ve bu kaynaklarla kendi gıdalarını yetiştirdikleri en değerli varlıklarıdır. Sınırlı olan toprak ve su kaynak potansiyeli koruyarak kullanılmalı ve geliştirilmelidir. Bu çalışmada, Diyarbakır ilinde yeraltı ve yerüstü su potansiyeli ve bu potansiyellerin kullanım alanlarının yanında sulama göletlerinin beş yıllık (2017, 2018, 2019, 2020, 2021) potansiyeli ve durumu mercem altına alınmıştır. İlimizin toprak kaynak potansiyeli ve kullanım alanları ile bu beş yıl içinde ticari gübre kullanım miktarı ve ticari gübre kullanılarak tarım yapılan toplam alanlar belirlenmiştir. Diyarbakır ili toprak potansiyeli ve su kaynaklarının bazı kirlleticileri irdelenmiş ve çözüm önerileri sunulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Diyarbakır, Toprak Potansiyeli, Su Potansiyeli, Toprak Kirliliği, Su Kirliliği

Potential Status of Soil and Water Pollution in Diyarbakır Province

Abstract

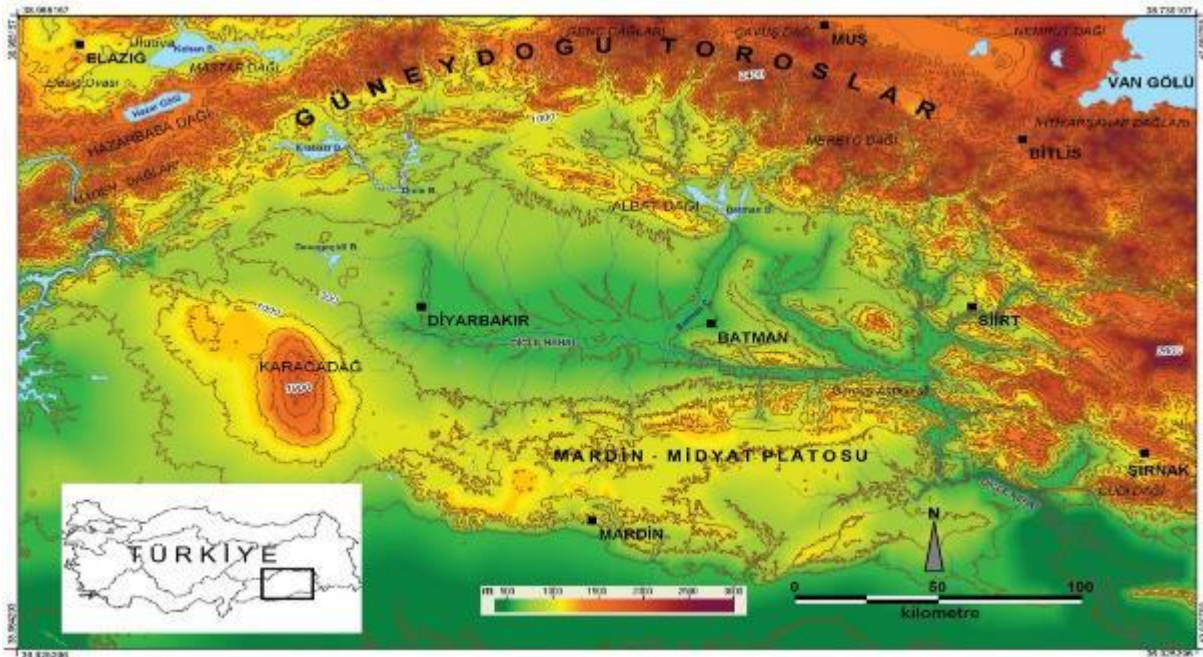
Soil and water resources are the most valuable assets for societies, where they live and grow their own food with these resources. The limited soil and water resource potential should be used and developed while preserving it. In this study, the underground and surface water potential and the usage areas of these potentials, as well as the five-year (2017, 2018, 2019, 2020, 2021) potential and status of irrigation ponds in Diyarbakır province were examined. The soil resource potential and usage areas of our province, the amount of commercial fertilizer usage and the total areas where commercial fertilizers were used in these five years were determined. Some pollutants of the soil potential and water resources of Diyarbakır province were examined and solution proposals were tried to be presented.

Key words: Diyarbakır, Soil Potential, Water Potential, Soil Pollution, Water Pollution

Giriş

Türkiye'nin yüzölçümü 777.971 km olup, Türkiye'nin en önemli doğal kaynaklarından birisi de topraktır. Ülke topraklarının tarımda kullanılan arazisi ise 27.9 milyon hektardır. Ancak amaç dışı toprak kullanımından dolayı bugün kullanılabilir tarım arazisi 24 milyon hektardır. Sağlıklı toprakların sadece gıda, yakıt ve tıbbi ürünlerin kaynağı olmakla kalmadığını; ekosistem için bir şart olmakla birlikte, suyun filtelenmesi, karbon döngüsü ve karbon depolanması gibi konularda, sel ve kıtlık gibi felaket zamanlarında topraklar kritik bir rol oynamaktadır (İşler, N., 2022).

Su kaynakları son yıllarda bütün dünyada sürekli olarak artan bir öneme sahip olmaktadır. Türkiye'nin de yer aldığı Ortadoğu bölgesinde bu önem daha da artmaktadır. Söz konusubölge yarı kurak bir iklime sahiptir ve dolayısıyla su kaynakları potansiyeli düşüktür. Diğertaraftan, bölge ülkelerinin hızla artan nüfusu, teknolojik gelişme ve yaşam standardının yükselmesi suya olan ihtiyacı arttırmaktadır (Tomar, A., 2014)



Şekil 1. Araştırma alanının lokasyon haritası (Karadoğan, S., Kavak, M.T., 2017 çalışmasından alınmıştır).

Türkiye'nin Güneydoğusunda 37°30' ve 38°43' kuzey enlemleri ile 40°37' ve 41°20' doğu boylamları arasında yer alan Diyarbakır'ın yüzölçümü 15.355 km²' dir. Diyarbakır'ın doğusunda Siirt ve Muş, batıda Şanlıurfa, Adıyaman ve Malatya, güneyde; Mardin, kuzeyde ise Elâzığ ve Bingöl illeri bulunur. Doğuda Batman Çayı, batıda Karacadağ ve Fırat ırmağı, kuzeyde Güneydoğu Torosları, güneyde Mardin ilin doğal sınırlarını oluşturur. Bir taraftan karasal iklim özelliklerine sahipken, diğer taraftan da tropikal iklim etkilerini göstermekle Sup-Tropik bir iklim yapısına sahip olduğu anlaşılır. Diyarbakır'ın denizden yüksekliği 670 m' dir (Gürsoy, S., Sessiz, A., Akın, S., 2013).

Çizelge 1. Diyarbakır'ın uzun yıllar (1929-2021) sıcaklık ve yağış verileri

Diyarbakır	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklık (°C)	1.8	3.7	8.3	13.8	19.3	26.1	31.0	30.5	25.1	17.5	9.7	4.0	15.9
En Yüksek Sıcaklık (°C)	16.9	21.8	28.3	35.3	39.8	42.0	46.2	45.9	42.0	35.7	28.4	22.5	46.2
En Düşük Sıcaklık (°C)	-24.2	-21	-14	-6.1	0.8	1.8	9.9	11.4	0.0	-1.8	-12.9	-23.4	-24.2
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ort. (mm)	70.6	67.6	66.8	69.1	44.3	8.7	1.3	1.0	5.4	32.8	55.1	72.2	494.9

Anonim, 2023.

Meteorolojik verilere göre Diyarbakır'da uzun yıllarda (1929-2021) en yüksek sıcaklık temmuz ayında 46.2' yi gösterirken, en düşük sıcaklık ise ocak ayında-24.2 göstermektedir. Toplam yağış miktarı ortalaması en az ağustos ayında 1.0 mm iken, en yüksek toplam yağış miktarı ortalaması ise aralık ayında 72.2 mm olmuştur.

Tarım İl Müdürlüğü verilerine göre Diyarbakır'da toplam 683.437 ha olan tarım alanının 114.662 ha' lık kısmı sulanabilmektedir. Halen %17 olan sulu tarım alanının, GAP' nin tamamlanmasıyla %64'e yükseleceği varsayılmaktadır. Tarım arazilerinin %94'ünde tarla bitkileri, bunun büyük çoğunluğunu da tahıllar oluşturmaktadır. Yağışa dayalı sulanamayan arazilerinin büyük çoğunluğunu tahıl üretimi yapılmakla birlikte kırmızı mercimek, arpa ve nohut üretimi de önemli yere sahiptir. Sulu tarımın yapıldığı bölgelerde yoğunluklu olarak mısır üretimi yapılmakla beraber az da olsa pamuk üretimi de yapılmaktadır. Bölgede sulanan alanlardaki bitkisel üretim deseni pamuk-buğday-mısır iken, yağışa dayalı alanlarda buğday-arpa-mercimek ve nohuttur. Ayrıca sulanan alanlarda silajlık mısır ve çeltik üretimi yapılmaktadır (Gürsoy, S., Sessiz, A., Akın, S., 2013).

Diyarbakır'ın yeraltı ve yerüstü su potansiyeli

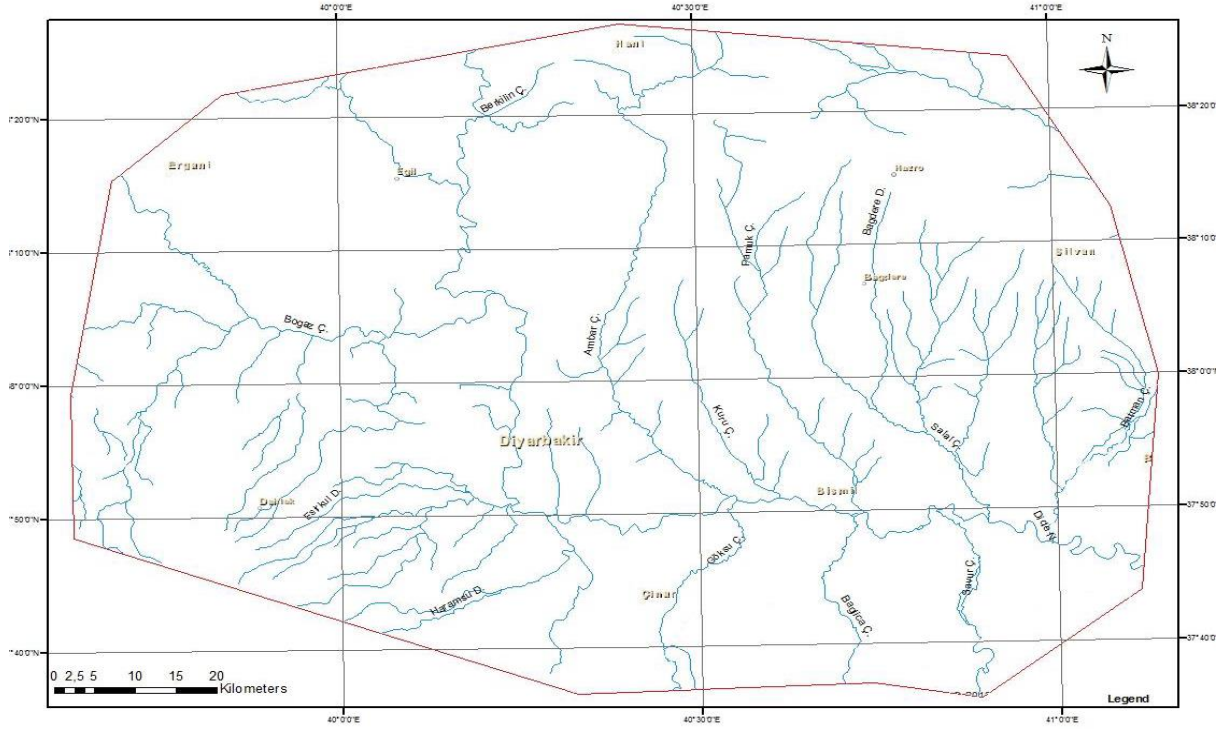
Dicle Nehri Diyarbakır'ın en büyük akarsuyudur. Diyarbakır'ı Dicle ve kolları sular. Mâden Suyu ile Birklin Suyu Dolucan'da birleşerek Dicle Nehri meydana gelir. Birklin Suyu Birklin Mağaralarından çıkar ve Dibni Suyu buna karışır. Mâden (Ergani) Suyu Gölcük'ten çıkar.

Çizelge 2. Diyarbakır ilinin akarsuları

AKARSU İSMİ	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m ³ /sn)	Kolu Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı
AMBAR	95	95	4,7	Dicle	Sulama
DİCLE	530	265	71,2	Dicle	Sulama + Enerji
GÖKSU	57	57	2,2	Dicle	Sulama
KULP	70	70	71,0	Batman	Sulama + Enerji
KURUÇAY	45	45	1,1	Dicle	Sulama
PAMUKÇAY	65	65	2,6	Dicle	Sulama
SALAT	65	65	5,0	Dicle	Sulama
SARIM	69	52	35,0	Batman	Sulama
SİNEK	62	54	5,4	Fırat	Sulama + Enerji

DÇOM,2021.

Uzunluğu en fazla olan Dicle akarsuyu 530 km olmakla beraber il sınırları içerisindeki uzunluğu 265 km'dir. İl içerisinde 265 km uzunluk ile il içerisinde en uzun akarsudur. Dicle' nin debisi 71,2 m³/sn ile en yüksek debiye de sahip iken ona en yakın 71,0 debi ile Batman akarsuyunun bir kolu olan Kulp akarsuyu gelmektedir fakat il içerisindeki uzunluk olarak ikinci sıralamada 95 km ile ambar akarsuyu gelmektedir. İl sınırları içerisinde bulunan tüm akarsular sulama da kullanılmakla beraber Dicle, Kulp ve Sinek akarsuları aynı zamanda enerji için de kullanılmaktadır.



Şekil 2. Bölgede nehir ve derelerin dağılımı (Çelik, R. çalışmasından alınmıştır).

Çizelge 3. Diyarbakir ilinde yıllara göre barajlar ve sulama göletleri

Baraj ve Gölet Adı	Tipi	Göl Hacmi, hm ³ / Aktif Hacim	Sulama Alanı (net), ha	Çekilen Su Miktarı, m ³	Yıllara Göre Kullanım Amacı	
					2017, 2018, 2019 ve 2020	2021
Dicle Barajı	Kaya Dolgu	255	130.159	Sulama (sulama alanı krakızı barajını da kapsar) ve enerji	Sulama	
Kralkızı Barajı	Kaya Dolgu	1.717				
Göksu Barajı	Kaya Dolgu	46,3				
Gözegöl (Merkez)	Homojen Toprak Dolgu	16,1	550	16.100.000	Sulama	
Kabaklı (Merkez)	Homojen Toprak Dolgu	1,2	87	913.641	Sulama	Üniversite tarafından park ve rekreasyon amaçlı olarak kullanılmaktadır
Halılan (Çermik)	Homojen Toprak Dolgu	7,5	550	5.175.462	Sulama	
Ortaviran (Çınar)	Homojen Toprak Dolgu	2,2	125	1.251.000	Sulama ve İçme Suyu	Kuraklık nedeniyle sulama yapılmamıştır.
Künreş (Çınar)	Homojen Toprak Dolgu	0,6	12	594.000	Sulama ve İçme Suyu	Husumet nedeniyle sulama yapılmamıştır.
Beşpınar (Çınar)	Homojen Toprak Dolgu	1,3	95	1.196.000	Sulama	Kuraklık nedeniyle sulama yapılmamıştır

Kaynak: Anonim, 2017.,2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarına ait Diyarbakir İli Çevre Durum Raporu.

Diyarbakir’da 1.717 hm³ ile Kralkızı Barajı en büyük aktif hacme sahipken onu 255 hm³ ile Dicle barajı ve 3. olarak ta 46,3 hm³ ile Göksu barajı gelmektedir. Her 3 baraj ile de sulama yapılırken Dicle ve kralkızı barajları aynı zamanda enerji için de kullanılmaktadır. Dicle ve Kralkızı barajları Dicle nehri

üzerinde olduğundan sulama alanları toplam 130.159 ha iken Göksu Barajı'nın sulama alanı ise 3.582 ha dır.

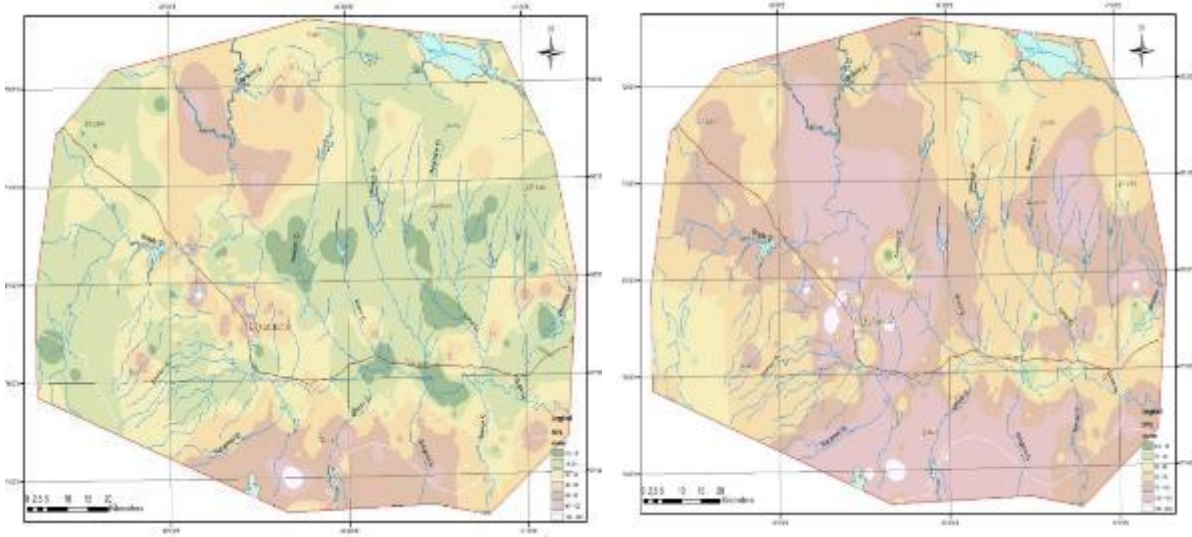
İlimizde tabii göl bulunmamakta, göletler homojen toprak dolgusu ile oluşturulup tarım arazilerinin sulanması, park alanlarının sulanması, içme suyu gibi amaçlar için kullanılmaktadır. 2017, 2018, 2019 ve 2020 yıllarında sulama için kullanılan göletlerimizden, Ortiviran ve Künreş göletleri aynı zaman da içme suyu temini için de kullanılmıştır. 2019 ve sonrası yaşanan kuraklık nedeniyle 2021 yılında Ortiviran ve Beşpınar göletleri ile sulama yapılamamıştır.

Çizelge 4. Diyarbakır ilinin 2018-2023 yılları arası yıllık ortalama yeraltı su potansiyeli

Kaynağın İsmi	hm ³ /yıl
BELLİTAŞ (HARABASİTİL)	19,04
ÇAKIRKAYA (DELGÜR)	4,90
YARIMKAŞ (KANİPANİK)	15,30
YILANLI (KEPO)	3,70
SERDİ	10,60
DABLO (Angül)	21,80
GÖZE	9,90
SAKALTUTAN	85,10
AYNKEBİR KAYNAĞI	6,00
Toplam	176,34

Kaynak: DSİ 10. Bölge Müdürlüğü

İlin yeraltı su kaynakları dokuz kaynaktan oluşmaktadır. İlimizin 2018-2023 yılları arası ortalama yıllık yeraltı su kaynağı 176,34 hm³' dir. Bunlardan Sakaltutan 85,10 hm³/yıl yıllar ortalamasıyla en büyük yeraltı su kaynağını oluşturur.



Şekil 3. Diyarbakır havzasının statik ve dinamik su seviyeleri (Çelik, R. çalışmasından alınmıştır).

Çizelge 5. İlin yeraltı su seviyesi ve bunun yıllar içerisindeki değişimi

YILLAR	ORT. STATİK SEVİYE (m)	ORT. DİNAMİK SEVİYE (m)
2017	105	150
2018	105	156
2019	120	160
2020	100	148
2021	103	137

DÇOM, 2021.

Diyarbakır ili yeraltı suyunun ortalama statik seviyesi 2019 yılında görüldüğü üzere yaşanan kuraklık nedeniyle zaman zaman düşmektedir. 2020 yılında yağın yağışlar nedeniyle statik seviyede yükselmeler gözükse de 2021 yılında tekrar yaşanan kuraklıklar nedeniyle düşüşler yaşanmıştır. İlin yeraltı su seviyesinin ortalama dinamik seviyesi de ortalama statik seviyeye paralel olarak 2019 yılında yaşanan kuraklık nedeniyle ciddi düşüşler olduğu görülmektedir.

Su kaynaklarının kirlilik durumu

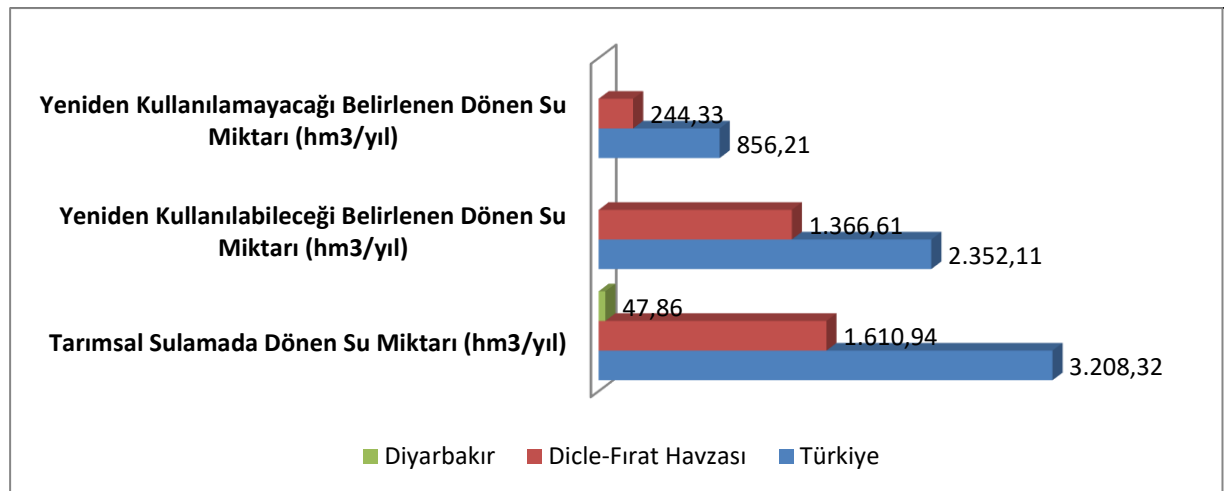
Diyarbakır merkez Dicle Baraj Gölü'nü, ilçeleri ise Dicle Baraj Gölü, Gözeli İçmesuyu Havzası' nı ve yeraltı suyu kaynaklarını içme suyu olarak kullanmaktadır. Diyarbakır' ın yüzey su kaynağı olan Dicle Baraj Gölü aynı zamanda enerji üretimi ve sulama suyu olarak da kullanılmaktadır. Dicle Barajı içme suyu havzası için 2021 yılında Havza Koruma Planı Projesi başlatılmış ve Gözeli içme suyu kaynağını da mutlak koruma alanı 2019 yılında yapılan ihate duvarı ile koruma altına alınmıştır.

Çizelge 6. Yüzey ve yeraltı sularında tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan nitrat kirliliği ile ilgili analiz sonuçları

Su Kaynağının Cinsi (Yüzey/ Yeraltı)	Adı	İçme ve kullanma suyu	Enerji üretimi	Sulama suyu	Yıllık Ortalama Nitrat Değeri (mg/L)				
					2017	2018	2019	2020	2021
Yüzey	Dicle Baraj Gölü	*	*	*	0,8	< 4,4	< 4,4	< 4,42	< 4,42
Yeraltı	Gözeli İçmesuyu Havzası	*			1,4	< 4,4	< 4,4	< 10,03	< 6,40

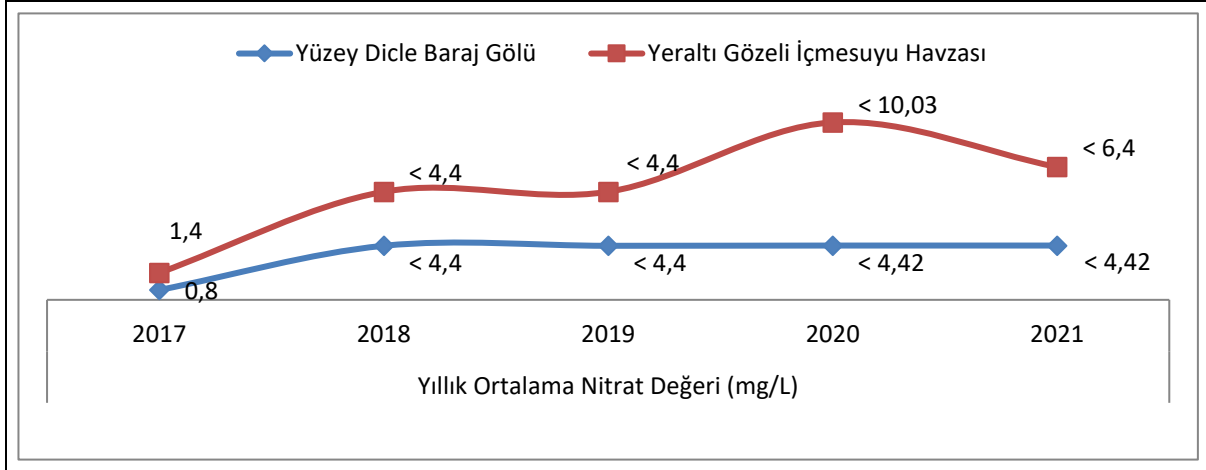
DÇOM,2017, DÇOM,2018, DÇOM,2019, DÇOM,2020, DÇOM,2021.

Havzada başlıca kirlilik kaynakları evsel nitelikli atıksular, katı atıklar, tarım ve hayvancılık kaynaklı kirleticilerdir. Diyarbakır'ın Dicle ve Eğil ilçeleri evsel atık su ile Dicle barajını kirliletmektedir. Gözeli havzası içme suyu havzasını kirleten kirleticiler; endüstriyel kirleticiler ve tarımsal kirleticilerdir (DÇOM, 2019). Dicle, Çermik, Çüngüş, Hani, Kocaköy, Kulp, Silvan, Lice, Hazro ilçe merkezlerinin su kaynakları yerleşim birimlerinden uzak olması sebebiyle içme suyu havzalarının kirlilik riski bulunmamaktadır (DÇOM, 2021).



Şekil 4. Tarımsal sulamada dönen, yeniden kullanılabilecek ve kullanılamayacak su miktarları (Anonim, 2019).

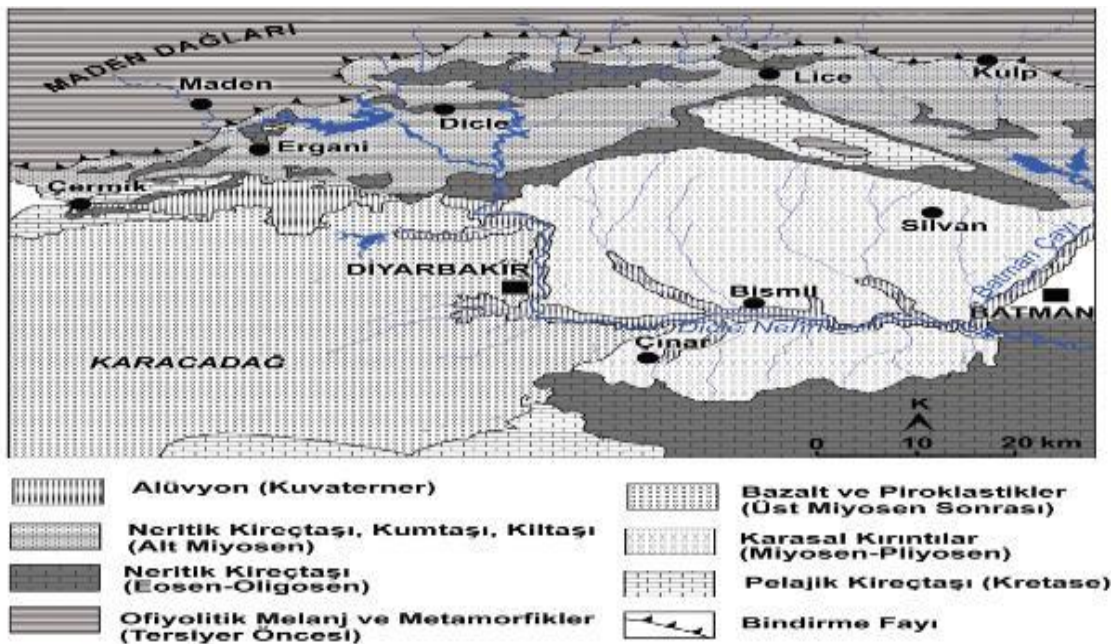
Türkiye’ de tarımsal sulamada dönen sular hakkında yapılan çalışmada, tarımsal sulamadan dönen su miktarı 3.208,32 hm³/yıl olmaktadır. Tarımsal sulamadan dönen bu miktarın 2.352,11 hm³/yıl yeniden kullanılabilmesi belirlenirken, 856,21 hm³/yıl ise yeniden kullanılamayacağı belirlenmiştir. Sulama tesisinin en fazla bulunduğu Fırat-Dicle havzasında en fazla tarımdan dönen su potansiyeli bulunmuştur. Fırat-Dicle havzasında bulunan, Erzincan, Ağrı, Erzurum, Tunceli, Malatya, Elâzığ, Bingöl, Mardin, Diyarbakır, Batman, Şırnak, Şanlıurfa, Muş, Van, Sivas, Adıyaman, Gaziantep ve Kilis illerinde 51 tarımsal sulama tesisinde çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaya göre; tarımda kullanmış toplam su seviyesi 1.610,94 hm³/yıl olarak bulunurken bunun yeniden kullanılabilir kullanılmış su potansiyelinin 1.366,61 hm³/yıl olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada yer alan Diyarbakır ilimizde ki 5 tesiste tarımsal sulamada dönen su potansiyelinin 47,86 hm³/yıl dır (Anonim, 2019).



Şekil 5. Diyarbakır ilinde yıllık ortalama nitrat kirliliği (mg/L)

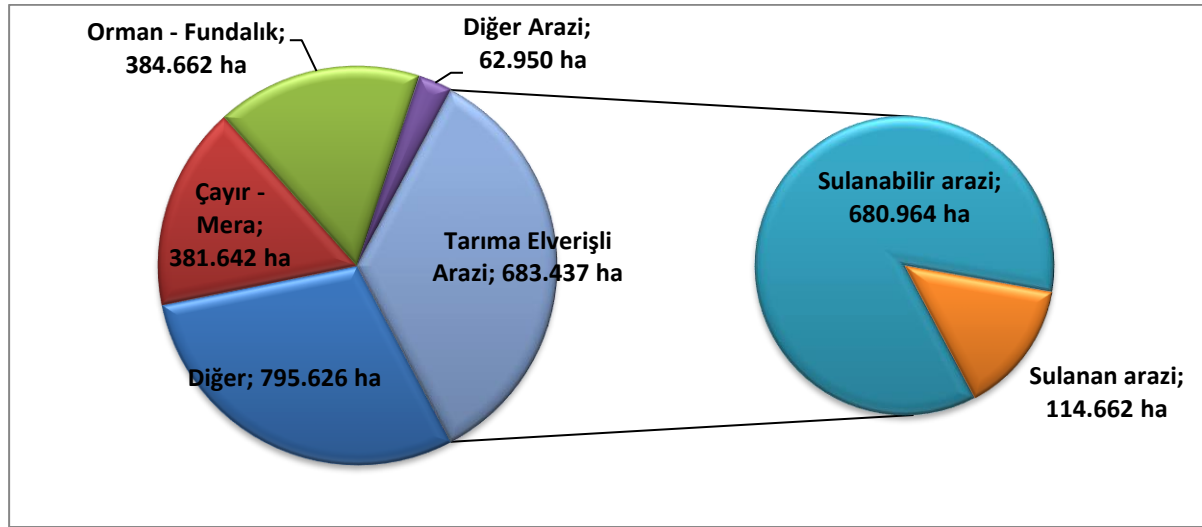
Sağlık Bakanlığı İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliğinde sınır değerler Nitrat 50 mg/L ve Nitrit için 0,50mg/L olarak belirlenmiş ve kullanılmış su arıtma işleminde (nitrat)/50 + (nitrit)/3 ≤ 1 formülünü esas alır ve nitrat (NO₃) ve nitrit (NO₂) miktarları için mg/L birimi kullanılır. Nitritler için de 0,10 mg/L değerine uyulur ibaresi bulunmaktadır.

Diyarbakır toprak yapısı



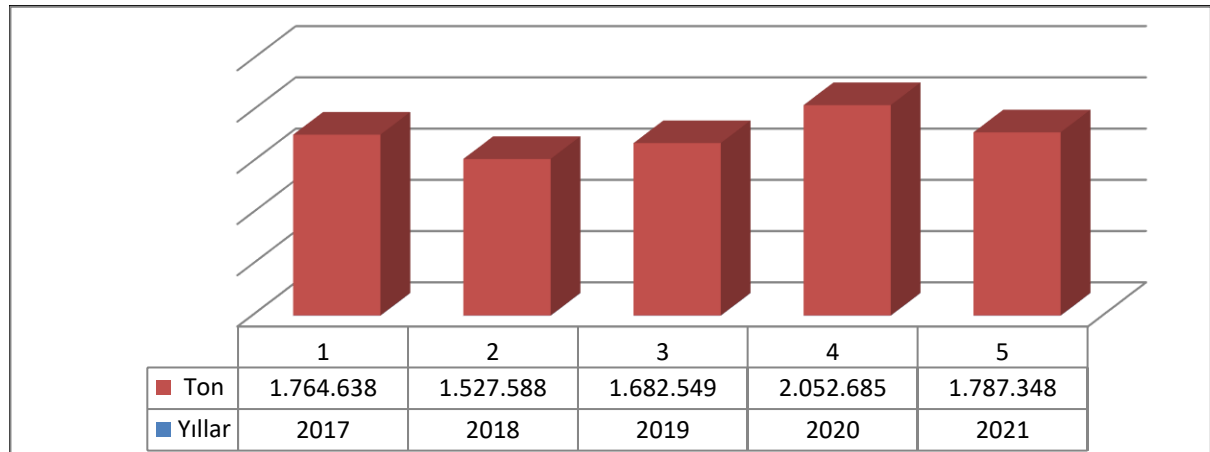
Şekil 6. Diyarbakır havzası ve çevresinin genelleştirilmiş jeoloji haritası (Karadoğan, S., Kavak, M.T., 2017 çalışmasından alınmıştır)

Diyarbakır ilinin toprakları kırmızı-kahverengi olup, düz ve düze yakın eğimlerde derin ve orta derin ABC profillizional topraklardır. Bu toprakların organik madde oranı düşük, fosfor içerikleri yüksek, tuzluluk ve alkalilik problemleri yoktur. İlk 150 cm' lik toprak profili içeriğinin yüksek oranda kil (%49-%67) içermesi kışları genişleyip şişmesine, yazları ise büzülüp derin çatlaklar oluşmasına neden olmaktadır. Bu çatlaklar yüzeyden 80-90 cm derinliklere kadar uzanan çatlakları meydana getirmektedir. Diyarbakır havzasında iklim, topografya ve ana madde farklılıkları nedeniyle alüvyon topraklar, kolüviyal topraklar, kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kahverengi topraklar, kırmızı-kahverengi topraklar ve bazaltik topraklar olmak üzere büyük toprak grupları bulunmaktadır.



Şekil 7. Diyarbakır ilinde toprak kaynakları potansiyeli ve kullanım durumu.

Diyarbakır ilinin toplam toprak kaynakları 1.512.691 ha' dır. İlin tarıma elverişli arazilerini 683.437 ha, çayır ve mera alanları da 381.642 ha oluşturmaktadır. Tarıma elverişli arazilerin sulanabilir alanı 680.964 ha iken bunun sadece 114.662 ha' lık kısmı sulanabilmektedir.



Şekil 8. Yıllara Göre Bitki Besin Maddesi (Azot ve Türevleri) Tüketimi.

İlimizde sulamanın genellikle vahşi sulama diye tabir ettiğimiz salma sulama şeklinde yapılması ve hoyratça sulanmasının yanı sıra bilinçsizce ve toprak analizi yapılmadan atılan gübrelemeyle birlikte topraklarımız tuzlulaşmaktadır. Gübrelemede kullanılan azot ve türevlerinin aşırı kullanımı toprak ve suda Nitrat kirliliğine sebebiyet vermektedir.

Çizelge 7. Diyarbakır ilinde kullanılan ticari gübre tüketiminin bitki besin maddesi bazında ve yıllık tüketim miktarları

Yıllar	2017	2018	2019	2020	2021
	Ticari Gübre Kullanılarak Tarım Yapılan Toplam Alan (ha)				
	427.005	419.000	423.006	417.593	367.073
Bitki Besin Maddesi (N, P, K olarak)	Bitki Besin Maddesi Bazında Kullanılan Miktar (ton)				
Azot	1.764.638	1.527.588	1.682.549	2.052.685	1.787.348
Fosfor	329.523	227.494	291.373	333.405	276.619
Potasyum	103.680	95.851	96.671	95.066	127.975
TOPLAM	2.197.842	1.850.933	2.070.593	2.481.156	2.191.942

Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2023.

Ticari gübre kullanılarak tarım yapılan toplam alanın 2020 ve sonrasında 2021’ de azalışı Çizelge 7’de görüldüğü gibi kuraklık kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Her ne kadar ticari gübre kullanılarak tarım yapılan toplam alan yaklaşık 420.000 ha olsa da bitki besin maddesi bazında kullanılan toplam azot, fosfor ve potasyum değeri değişmektedir.

Sonuç ve Değerlendirme

Dünyada her daim var olacağı düşünülen toprak ve su kaynaklarımızın gün geçtikçe hiç de öyle olmadığı, veri ve analizler ışığında ortaya çıkmaktadır.

Dünyada ve ilimizde yaşanan kuraklık sebebiyle (küresel ısınma) gün geçtikçe hem yüzeysel su kaynaklarımızı hemde toprak altı su kaynaklarımızı kaybediyoruz (Çizelge 3 ve Çizelge 5). Mevcut olan su potansiyellerimizi gün be gün kuraklıktan dolayı kaybettiğimiz gibi aynı zamanda kirleticiler yoluyla kirletip kaybediyoruz (Çizelge 6). Bu kirleticilerden biride Nitrat Kirliliği’ dir. Tarımda aşırı ve bilinçsizce kullanılan nitratlı gübreler yağmur ve toprak vasıtasıyla toprakaltı ve topraküstü su kaynaklarımıza taşınarak su potansiyelimizi kirletmektedir.

Toprakların; tarımsal amaçla kullanılmakta olan gübreleme, yoğun toprak işleme, ormanların yok edilmesi ve sanayileşme gibi unsurlara maruz kalması toprağın kendi yapısının ve bünyesinde bulunan ekosistemin yok olmasına neden olmaktadır. Toprak hem kendi üzerinde bir ekosistemi barındırırken aynı zaman da kendi içinde de bir ekosistem barındırır. Aşırı kullanılan gübreler de bulunan sodyum, fosfor, potasyum, kalsiyum, demir, çinko, bakır gibi besin maddelerinin birikmesine neden olur. Bu birikmeler hem toprak kirliliğine hem de toprağın tuzluluğunun artmasına aynı zamanda da çölleşmeye neden olabilmektedir.

Türkiye genelinde 1,5 milyon hektar alan değişik düzeylerde tuzluluk sınıflarında olup GAP’ın sulamaya açılması ile birlikte yapılan yanlış sulama ve toprak- bitki yönetiminden dolayı bugüne kadar 15 bin hektar alan tuzlulaşmıştır (İşler, N., 2022).

Bilindiği gibi toprakta tuzlulaşma gerek tarla bitkileri gerekse bahçe bitkileri yetiştiriciliğini olumsuz etkilemektedir. Böyle durumlarda toprak ıslah materyallerinin kullanımı da fazladan bir masraf ve maliyet getirecektir. Bu durum bilinçsiz gübre kullanımında geçerlidir. Girdi maliyetlerinin önemi dikkate alındığında su ve gübre kullanımını doğru miktarlarda ve doğru zamanlarda yapmak daha bir önem kazanmaktadır.

Türkiye’de tarım topraklarında yetersiz organik madde miktarı, verimli toprakların tarım dışı amaçla kullanımı, erozyon, toprak kirliliği ve tuzlanma öne çıkan toprak sorunlarıdır (İşler, N., 2022).

Kuraklığın her yıl artması, ilimizin su potansiyelinde aşırı ve korkutucu bir azalmaya neden olmaktadır. Yüzeysel ve yeraltı su kaynaklarımızın gittikçe tükenmesi canlılığın en kutsal ihtiyacı olan içme suyunun tehlikeye girmesi anlamını taşımaktadır. Şu an bile sınırlı olan su ve toprak potansiyelimizi

çevresel kirleticilerle kirlenmemiz korkutucu bir durum arz etmektedir. Tarımsal faaliyetlerimizi (sürme, gübreleme, ilaçlama gibi) sürdürürken yapmış olduğumuz gereksiz ve aşırı kullanımın hem toprağa hem de su potansiyelimize zarar verdiğini unutmamalı bugün sahibi olarak gördüğümüz ama yarın kaybedebileceğimiz toprak ve suyu muza sahip çıkmalıyız.

Kaynaklar

- Anonim, 2017. Dicle Alt Havzası Master Plan Nihai Raporu. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü Etüt, Planlama ve Tahsisler Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anonim, 2019. Kullanılmış Suların Yeniden Kullanım Alternatiflerin Değerlendirilmesi Projesi. Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.
- Anonim, 2023. Diyarbakır'ın uzun yıllar (1929-2021) sıcaklık ve yağış verileri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=undefined&m=Diyarbakir>. Meteoroloji, Ankara. Erişim: 02.03.2023.
- Çelik, R. Diyarbakır Ovasının Yeraltısu Potansiyeli ve Su Kalitesinin Değerlendirilmesi. <http://medalus-collesme.com/wp-content/uploads/2018/03/Dr.-Recep-%C3%87EL%C4%B0K-Diyarbak%C4%B1r-Ovas%C4%B1n%C4%B1n-Yeralt%C4%B1su-Potansiyeli-ve-Su-Kalitesinin-De%C4%9Ferlendirilmesi.pdf>. Erişim:08.03.2023.
- DÇOM,2017. Diyarbakır İli Çevre Durum Raporu. Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- DÇOM,2018. Diyarbakır İli Çevre Durum Raporu. Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- DÇOM,2019. Diyarbakır İli Çevre Durum Raporu. Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- DÇOM,2020. Diyarbakır İli Çevre Durum Raporu. Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- DÇOM,2021. Diyarbakır İli Çevre Durum Raporu. Diyarbakır Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü.
- Gürsoy, S., Sessiz, A., Akın, S., 2013. Diyarbakır İlinde Uygulanan Toprak İşleme Yöntemleri ve Makinalı Ekimde Karşılaşılan Sorunlar. Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 9 (3), 181-186.
- İşler, N., 2022. Toprak Akımının Tarımsal Üretimdeki Önemi ve Toprak Bakımında Dikkat Edilecek Hususlar. Diyarbakır'da Tarım, Diyarbakır il Tarım ve Orman Müdürlüğü Yayın Organı, 38.
- Karadoğan, S., Kavak, M.T., 2017. Diyarbakır Havzasında İklim Üzerinde Etkili Olan Yer Şekilleri ve Litolojik Faktörlerin MODİS Uydu Görüntüsü Verileri İle İncelenmesi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 60 (2017) 557-568.
- Tomar, A., 2014. 1. İzmir Kent Sempozyumu Bildirisi.

Morphologic Value of Fenotypic And Genotypic Persimmon in Albania Country

Tatjana Kokaj

Agriculture University of Tirana/ IRGJB

**Corresponding author: tatjanakoka@yahoo.com*

Abstrct

It is a fruit tree of the Mediterranean climate that has been found in our country for many years. From the explorations made it is found in family gardens but also cultivated, mainly in different zones. It is a fruit that supplies the market from the period of September until the end of December. There are several varieties such as those with orange, yellow, deep orange and early to medium and late ripening. This study aimed to identify and determine the phenotypic and genotypic features as well as to look at the differences between them. To identify which varieties have remained and have the widest spread. There are two types of maturity, technical and physiological. There are varieties that stay on the tree until January and give a beauty to the environment and the fruit takes on an orange-brown color. There are pollinating varieties as well as varieties that need pollination. All morphological data were statistically analyzed according to ANOVA and chemical analyzes were performed. Some ecotypes are collected and plant in germplasm field. In 2021 year have entered production. Genetic diversity is also evident. Genetic diversity is in the shape of a fruit, the color of the fruit, the size of the fruit, the presence of the seed, ripening time.

Keywords: maturity, seed, sugar, form, fruit, astringent

Introduction

In this study, three persimmon accessions were studied that were included in the collection for preservation. The genetic material was taken from two areas of central Albania that are typical of date growth. From the area of the Periphery of Tirana and from Elbasan. They were planted in the Valias collection and rooting and development were followed. The planting was carried out in 2018 and they were put into production in 2020. The progress of the plants has been very good and a very good vegetation and fruiting. In the agronomic evaluation, the tree has a good development, very good adaptation.

Material and Method

In this study, three persimmon accessions were studied that were included in the collection for preservation. The genetic material was taken from two areas of central Albania that are typical of date growth. From the area of the Periphery of Tirana and from Elbasan. They were planted in the Valias collection and rooting and development were followed. The planting was carried out in 2018 and they were put into production in 2020. The progress of the plants has been very good and a very good vegetation and fruiting. In the agronomic evaluation, the tree has a good development, very good adaptation. Studies of the collection included analyses of morphological characters related to the tree, leaves and fruit along with phonologic phase and indexes of leaves, tree and fruit. The main traits included flowering, ripening and pomological traits. Shape of fruit, color fruit, dimension of fruit, weight of fruit, number of seed, percent of sugar and astringent are including in this study.

Result and Discussion

The investigation results of the morphological characters of tree fruit persimmon showed that the diversity is mainly in leaves and form of fruit, color fruit, present seed or no, time of ripening, the color fruit is from yellow to orange. When the fruit ripening the color, fruit changed to orange to red, the more new in the tree, the more there is dark red and the fruit begins to wrinkle. The fruit unripe are green color. Color fruit green-yellow, orange –yellow, orange, orange-red, in our country don't have black clor. Those color are when fruit is in commercial harvest time. The color fruit is when fruit harvest time

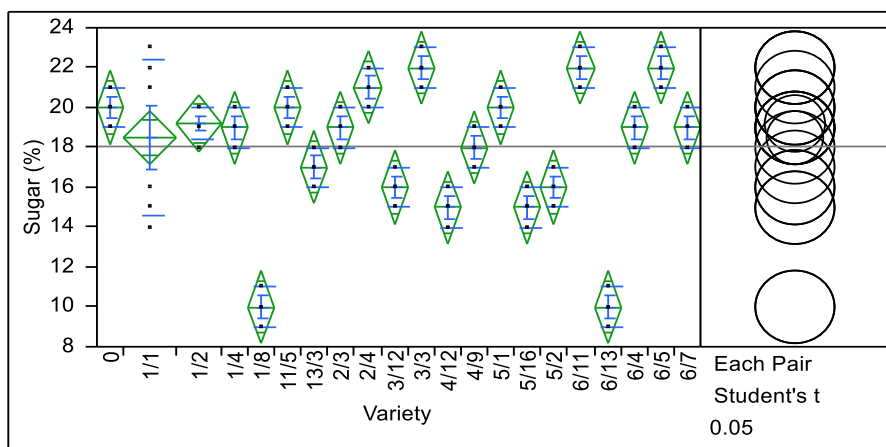
is in harvest physiology, in this time the color fruit is orange, dark-oranke, orange-red, red, black. When the fruit is pollined the color fruit is yellow, orange –yellow, orange, red-orange, red, brown but dark brown we don't have. If pollined the color fruit is yellow, orange-yellow, orange, red-orange, brown-orange, brown.

The texture of the pulp is soft, fibrous when the fruit is ripening, when is unripening the texture is strong. When the fruit is unripening, the astringent is present and tannin and when you taste the fruit you feel wrinkles in the mouth.

Persimon (*Dyosporus kaki*) in our country finde in two type, one type is with astringent, only when full ripe and over ripe, when astringent l and the fruit soft and you can taste. Other type was non-astringent, the fruit is strong but you can taste, no problem. In generally this type have seed and the fruit is chocolate. The tree is various in form from round, to ovaly, spreadly, column and verticeal.

Leaf morphology consist in qualitative and quantitave traits. Qualitative trait consist of color leaf, old leaf, young leaf and s leaf shape. The variation is small but have. The quantitative traits consist of dimension of leaf, leaf area and tree vegetation, which are in influence from environmental factor, Physiology process, plant genetic.

From fruit morphology investigation have results for the diversity. The shape of fruit persimmon is rounded and squared. From correlation coefficient of dimension fruit in situ show medium link for two variable. One variable depent from other variable. From correlation coefficient of dimension fruit ex situ showrd medium link for two variable. One variable depented from other variable. Variability showed group of varieties with similar traits. The variabilities are related to fruit traits such is color fruit, astrigen and no astrigent, time of ripening, diameter fruit, weight.



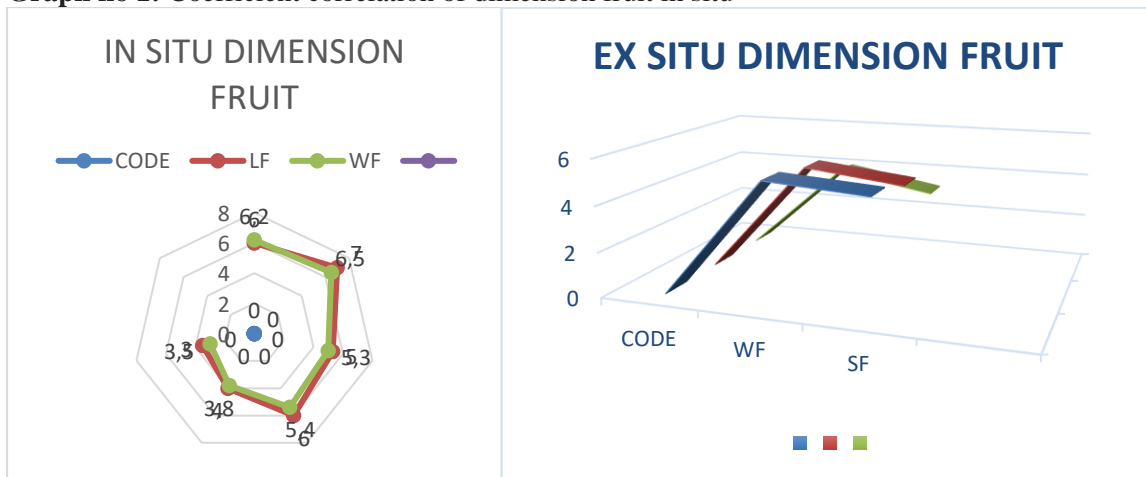
**Oneway Anova
Summary of Fit**

Rsquare		0.854107			
Adj Rsquare		0.792025			
Root Mean Square Error		1.586512			
Mean of Response		18.04412			
Observations (or Sum Wgts)		68			
Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio	Prob > F
Variety	20	692.56765	34.6284	13.7577	<.0001*
Error	47	118.30000	2.5170		
C. Total	67	810.86765			

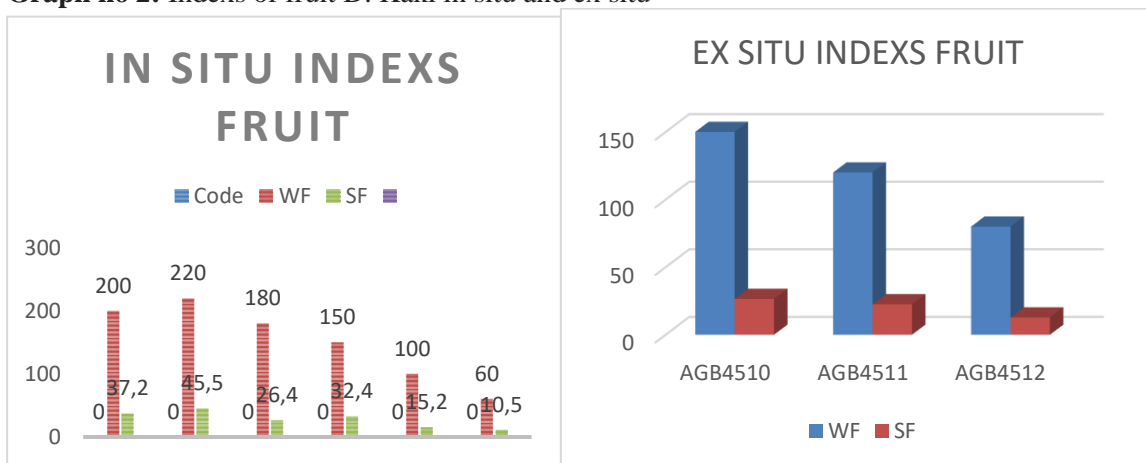
Oneway Analysis of Sugar (%) By Variety

From statistical analyses of sugar are two group, one group is from 1 to 4 and other group is from 4-6. One group including varieties which investigated in situ conservation and second group including varieties which investigated in ex situ conservation.

Graph no 1: Coefficient correlation of dimension fruit in situ



Graph no 2: Indexs of fruit D. Kaki in situ and ex situ



Characterization of some trait's persimmon in situ and ex situ in Albania country. The diversity of persimmon resources persimmon is evident.

Traits	Fruit indexes
Conservation	In situ
Weight (gr)	122
Diameter /mm	
Number fruit per kg	4-6
Color fruit	orange
Color of flesh fruit	Orange with brown
Time of ripening	October
Number seed	2-4
Astringent	-----
Pollination	Yes



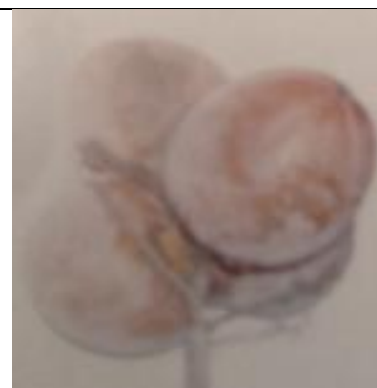
Traits	Fruit indexes
Conservation	Ex situ
Weight (gr)	150
Diameter /mm	
Number fruit per kg	10-12
Color fruit	Yellow to orange
Color of flesh fruit	yellow
Time of ripening	November
Number seed	2
Astringent	yes
Pollination	yes



Traits	Fruit indexes
Conservation	Ex situ
Weight/gr	180
Diameter /mm	
Number fruit per kg	6-8
Color fruit	Yellow
Color of flesh fruit	Yellow
Time of ripening	November
Number seed	0
Astringent	Yes
Pollination	Partenocarpic



Traits	Fruit indexes
Conservation	orchard
Weight/gr	
Diameter /mm	
Number fruit per kg	
Color fruit	Brown
Color of flesh fruit	Brown
Time of ripening	
Number seed	-----
Astringent	
Pollination	Yes



As mentioned above, there is genetic diversity in the shape, color of the fruit and in the presence or not of astrigen, ripening time and resistance to cold.

Conclusion

The date palm is a species of the subtropical tree group. In our country, the interest for this fruit has increased a lot, in the last 20 years in family gardens, for its own values, mainly for tannin, iodine and it is an autumn fruit. Its typical areas have been Tirana, Fush Kruja and Elbasani, now it has found wider scope. In recent years, a few accessions have been added to regional collections and to the field genetic library to be preserved, initially with a tendency to increase.

References

- Bellini E (2002) Cultural practices for persimmon production. First Mediterranean symposium on persimmon. *Options Méditerranéennes* 51:39–52.
- Bellini E, Benelli C, Giordani E, Perria R, Parfitt D (2003) Genetic and morphological relationships between possible Italian and ancestral cultivars of persimmon. *Acta Hort* 601:192–197.
- Belul GIXHARI1, Michaela PAVELKOVÁ2, Hairi ISMAILI1, Hekuran VRAPI 3, Alban JAUPI 4 and Petr SMÝKAL5. Original Paper Czech J. Genet. Plant Breed., 50, 2014 (2): 177–184 Genetic Diversity of Albanian Pea (*Pisum sativum* L.) Landraces Ass.
- D.S. Intrigliolo, J.M. de Paz, C. Ballester, L. Bonet (2018). Quantifying Persimmon Tree Responses to Water and Nutrients for Designing Efficient and Sustainable Fertirrigation. *Acta Horticulturae*, 1195.
- Hur, S.-S., Kang, B.-H., Lee, D.-S., Lee, S.-H., and Lee, J.-M. (2014). Quality Characteristics of Domestic Dried Persimmon and Imported Dried Persimmon. *Korean Soc. Food preserv.* 21, 140–145. doi:10.11002/kjfp.2014.21.1.140
- J. Martinez –Calvo, J. Climent, M.M. Naval, M.L. Badens (2018). The I.V.I.A. germplasm collection of persimmon (*Diospyros kaki*). Thunb, *Acta Horticulturae*, 1195.
- J. Martinez –Calvo, J. Climent, M.M. Naval, M.L. Badens (2018). The I.V.I.A. germplasm collection of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb, *Acta Horticulturae*, 1195.
- Luo Zhengrong, Zh Qinglin. (2022). Persimmon Germplasm Resources New Varieties Breeding. College of Horticulture and Forestry Science, Huazhong Agricultural University HZAU.
- Muna Ahmed Mohamed El Hadi, Qingz. g Bu, Boxue Ge, Chao Cao and Chunhua Zhou. (2017). Analysis of Main Quality Characteristics of analysis of main of main quality characteriztics of persimmon (*Diospyros Kaki*). *ijar*.
- Mashar M F dan Kuswanto 2019 Eksplorasi dan karakteristik tanamankesemek (*Diospyros kaki* L.) di Jawa Timur *J ProduksiTanaman* 7(6) 1166-1172 [4] Sutjahjo S H, Herison C, Sulastrini I, Marwiyah S.
- Paula N Curi, Bruna S. Tavares, Aline B. Almeid, Rafel Pio, Moacir Pasqual, Pedro M. Peche and Vanessa R. Souza. (2017) Characterization and influence of subtropical persimmon cultivars on juice and jelly characteristics. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 89(2): 1205-1220 (Annals of the Brazilian Academy of Sciences) Printed version ISSN 0001-3765 / Online version ISSN 1678-2690.
- Turan Merce Rovira. (2022). Comparison of Some Hazelnut Producer Countries in terms of Hazelnut Sector. <https://utak.azimder.org.tr/ProceedingsBook>.
- Turan Karadeniz, Tuba Bak, Berna Doğru Çokran, Levent Kırca, Emrah Güler, Tatjana Kokaj. (2022). Farklı İki İncir Genotipinde Fenolik Madde İçerikleri. <https://utak.azimder.org.tr/ProceedingsBook>.
- Rolf J F NTSYS –PC. (2000) Numerical taxonomy and multivariate analysis system. Version 2.11T Exter Software Setauket, NY. USA.
- X. Ruan, Y. Zhang, R. Wang, Y. Yong (2019). Status of special germplasm resources in *Diospyros* L. from China, *Acta Horticulturae*, 1195.
- Y. Dong, W Sun, Zh Yue, B Gong, X Yang, K Wu, CIIU, Yang Xu (2023). Phenotypic Diversity and Relationships of Fruit Traits in Persimmon (*Diospyros kaki* Thunb) Germplasm Resources. *Agriculture*, 13/9, 1804.
- W Han, Qi Zhang, Ti Pu, Yiru Wang, H Luo, T Li. (2023). Diversity of Fruit Quality in Astrigent and Non – Astrigent Persimmon Fruit Germplasm. *Horticulturae*. 9/24.
- Wang R Z, Yang Y, Chineze (1997). Persimmon Germplasm Resource. *Acta Horticulturae*, 436; 43-50.

Onarıcı Tarım ve Uygulama Yöntemleri

Tahsin BEYÇIOĞLU^{1*} Fatih KILLI²

¹ Pamukkale Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Tarla Bitkileri Bölümü. Denizli, Türkiye

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Ziraat Fakültesi. Tarla Bitkileri Bölümü. Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar: tbeycioglu@pau.edu.tr

Öz

Tarım, gıda güvenliği ve beslenme, su ve toprak kalitesi, biyoçeşitlilik ve sürdürülebilir geçim kaynakları gibi konular dünyanın en önemli sorunları arasında yer almaktadır. Günümüzde tarımsal anlamda endüstrileşme sürecini tamamlamış birçok ülkede uygulanan “Konvansiyonel Tarım” bu sorunları tetikleyen tarımsal uygulamalardan birisidir. Konvansiyonel tarım bitki ve hayvanlar açısından biyolojik çeşitliliğin azalmasına, çevre ve insan sağlığı açısından oluşturduğu riskler ile toprak verimliliği ve su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu olumsuz etkileri en az seviyelere düşürebilmek için “Onarıcı Tarım” ön plana çıkmıştır. Onarıcı tarım, organik maddelerden oluşan toprağın biyoçeşitliliğini arttıran tarımsal uygulamalardır. Onarıcı (Rejeneratif) tarımın özünde ise toprağın yapısını ve su kalitesini iyileştirme, toprağı bitki örtüsü ile kaplama ve toprak verimliliğini artırma ve sonuçta yüksek derecede bozulmuş toprağı eski haline dönüştürme hedefi vardır. Bu nedenle onarıcı (rejeneratif) tarım üst toprağı zenginleştiren ve su döngüsünü iyileştiren hem bitki hem de hayvan yetiştirmede uygulanabilecek bir tarım yöntemi olup, başta toprak, su ve biyolojik çeşitlilik olmak üzere doğal kaynakların korunmasına ve eski haline getirilmesine yardımcı olan evrensel agronomik ilkeler etrafında toplanmış bir tarımsal sistemdir. Aynı zamanda toprakta ve bitki biyokütlesindeki karbonu yakalayarak, toprak sağlığını ve toprak verimliliğini iyileştirmeyi, atmosferden karbondioksit çekilmesine ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına da katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte kimyasal gübre kullanımı yerine toprağın organik madde içeriğini, biyolojik N fiksasyonunu ve besin maddelerinin geri dönüşümünü iyileştirerek toprak verimliliğini artırmak, arazi sürümü yerine canlı organizmaların (örneğin solucanlar ve mikroorganizmalar) ve bitki köklerinin aktivitesini ve tür çeşitliliğini artırarak toprak yapısının iyileştirilmesini, yağışı koruyarak, akış ve buharlaşma ile su kayıplarını azaltarak, toprak sıcaklığını dengeleyerek ve derin kök sistemlerini teşvik ederek suyun kullanılabilirliğini artırmak ve toprağın asit seviyesinin ve besin elementi eksikliğinin kimyasal gübrelerin gelişi güzel kullanılması yerine biyolojik gübrelerle (örn. kompost, gübre, mikoriza) giderilmesi gibi olumlu etkilere sahiptir. Bu sebeple onarıcı (rejeneratif) tarım, tarım arazilerinin iklim değişikliğine karşı dayanıklılığını artırmaya yardımcı olur, yetiştirilen ürünlerde verim artışlarına ve çiftçilerin geçim kaynaklarını iyileştirmeye katkı sağlayabilir.

Anahtar kelimeler: onarıcı tarım, toprak, verim

Regenerative Agriculture and Application Methods

Abstract

Agriculture, food security and nutrition, water and soil quality, biodiversity and sustainable livelihoods are among the world's most important issues. Today, "Conventional Agriculture", which is practiced in many countries that have completed the process of industrialization in agricultural terms, is one of the agricultural practices that trigger these problems. Conventional agriculture causes a decrease in biodiversity in terms of plants and animals, risks to the environment and human health, and negative impacts on soil fertility and sustainable use of water resources. In order to minimize these negative impacts, "restorative agriculture" has come to the forefront. Restorative agriculture is agricultural practices that increase the biodiversity of the soil consisting of organic materials. At the core of regenerative agriculture is the goal of improving soil structure and water quality, covering the soil with vegetation and increasing soil fertility, and ultimately restoring highly degraded soil. Therefore, regenerative agriculture is an agricultural system centered around universal agronomic principles that helps to conserve and restore natural resources, especially soil, water and biodiversity, by enriching the topsoil and improving the water cycle, which can be applied to both plant and animal husbandry. It also

contributes to improving soil health and soil fertility by capturing carbon in soil and plant biomass, improving soil health and soil fertility, removing carbon dioxide from the atmosphere and reducing greenhouse gas emissions. This includes improving soil fertility by improving soil organic matter content, biological N fixation and nutrient recycling instead of using chemical fertilizers, improving soil structure by increasing the activity and species diversity of living organisms (e.g. earthworms and microorganisms) and plant roots instead of land cultivation, The soil acidity and nutrient deficiencies can be addressed with biological fertilizers (e.g. compost, manure, mycorrhiza) rather than indiscriminate use of chemical fertilizers, and soil acidity and nutrient deficiencies can be addressed with biological fertilizers (e.g. compost, manure, mycorrhiza) rather than indiscriminate use of chemical fertilizers. Regenerative agriculture can therefore help to increase the resilience of agricultural landscapes to climate change, contributing to increased yields of crops and improved livelihoods for farmers.

Keywords: regenerative agriculture, soil, yield

Giriş

İklim değişikliğinin artan etkileri, Covid-19 salgını ve dünyadaki savaş gibi mevcut çevresel, sosyal ve ekonomik zorluklar, toplumda denge ve refahı sağlamak için yeni çözümler bulma arayışına yol açmıştır. Nüfusun tüketimi ve şirketlerin üretim potansiyellerinin karşılanması için yeterli tarım ürünleri sağlanması gerektiğinden, tarım bu süreçte kilit bir rol oynamaktadır. Bugüne kadar yapılan araştırmalar, sürdürülebilirliğin artık yeterli bir çözüm olmadığını ve yeni evrensel yaklaşımların aranması gerektiğini göstermektedir (Ibrahim & Ahmed, 2022).

Küresel gıda sisteminin "krizde" veya "çökmüş" olduğu iddiaları giderek yaygınlaşmaktadır. Bu tür iddialar ise açlık, yoksulluk ve obezite gibi çok çeşitli hastalıkları işaret etmekle birlikte; günümüz tarımsal üretim faaliyetlerinde kimyasal gübre, hastalık ve zararlılara karşı aşırı ilaçlama, düşük kaliteli gıda, ekosistemin tahribi, biyolojik çeşitlilik kaybı gibi faktörlerden oluşmaktadır. Bu olumsuz gelişmeler sonucunda onarıcı (rejeneratif) tarım terimi, dünya çapında tarımsal uygulamaların dönüşümü bağlamında ve özellikle de iklim değişikliğine karşı mücadelede önemli katkıda bulunması söz konusu olduğundan giderek daha fazla kullanılmaktadır. Bu durum tarımın, gıda üretiminin, dağıtımının ve tüketiminin her yönden sorgulandığı günümüzde, bu sorunlara çözüm olarak ortaya çıkan 'Onarıcı Tarım'a olan ilgiyi ise arttırmıştır (Giller var ark., 2021).

Günümüzde gıda üretimi için birçok tarım sistemi uygulanmaktadır. Bunlar arasında geleneksel tarım, konvansiyonel veya endüstriyel tarım ve organik tarım yer almaktadır. Yapılan tarımsal uygulamalar neticesinde ise artık değişen iklim, azalan biyoçeşitlilik ve kimyasalların toprak verimliliği üzerindeki olumsuz etkileriyle karşı karşıyayız. Endüstriyel tarım yöntemleri; yıllardır dünyamız için besin ve gıda üretimi sağlasa da sağlığımıza ve çevreye de aynı zamanda büyük zarar verme eğilimindedir. Endüstriyel tarımın olumsuz sonuçlarından bazıları, kötü hayvan refahı, artan sera gazı emisyonları, büyük ölçekli orman alanların yok edilmesi, toprağın bozulması, su miktarı ve kalitesi gibi sorunları içermektedir. Bu sorunlar ise iklim değişikliğine ve ekosistemin tahribine yol açacaktır. Ancak tamamen organik tarım geleneksel sistemden daha iyi olsa da yine de biyolojik çeşitliliği, toprak verimliliğini ve su kaynaklarını azaltabilme durumu söz konusudur. Aynı zamanda organik tarım, toprak yapısının ve biyolojik çeşitliliğin korunmasına öncelik verse de insanların ihtiyaç duyduğu ekonomik, maddi ve sosyal faydaları yeterince karşılayamamaktadır. Onarıcı (rejeneratif) tarım ise çiftçilerinin karşılaştığı sosyal, ekonomik ve çevresel sorunlara çözüm olabilmektedir.

Endüstriyel tarımdan farklı olarak onarıcı tarım, toprağı işlemek yerine sürekli olarak iyileştirmeyi, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini ve dayanıklılığını arttırmayı, aynı zamanda çiftçilere, toplumlara ve uluslara çevresel ve ekonomik faydalar sağlamayı amaçlamaktadır. Onarıcı tarım besin döngüsü, azot fiksasyonu, toprak ve suyun biyolojik çeşitliliğinin korunması gibi hayati ekolojik süreçleri ve hizmetleri desteklemek bununla birlikte üretimin artmasını teşvik edici olumlu etkilere sahiptir. Onarıcı

(rejeneratif) tarım sistemleri sadece gıda ve ürün üretimi değil, aynı zamanda diğer ekosistem hizmetlerine de katkı sağlamaktadır.

Diğer yandan onarıcı tarım toprağı iyileştirmeyi ve mümkün olduğu kadar uzun süre verimli tutmayı amaçlayan bir tarım yöntemidir. Toprağın verimliliğı sadece insanların kullanımına yönelik ürün yetiştirmek için değil, aynı zamanda hayvanların beslenmesinde gerekli olan yemi sağlamak için de gereklidir. Bu nedenle, çayır mera ve otlatma alanları daha verimli hale gelirse hayvanlar için daha fazla yem olanağı sağlanabilir. Bununla birlikte verimli toprak sadece insanın ihtiyaçlarını karşılamak için değil, insanın varoluşu için de gereklidir. Bu nedenle, diğer kaynakları koruyan tarım yöntemleriyle (arıza doğrudan ekim, toprak koruma ve organik tarım) birlikte onarıcı tarımda kritik bir konu haline gelmiştir. Yıllar boyunca toprağın işlenmesi, toprağın besin değerini ve biyolojik çeşitliliğini önemli ölçüde azaltarak gıda kıtlığına neden olabilme durumu meydana getirmiştir. Onarıcı tarım ise toprak için iyi bir tarımsal yöntem olmakla birlikte toprağın zenginleşmesini ve gelecek nesiller için toprak verimliliğinin artmasını hedeflemektedir. Onarıcı tarım yaklaşımları, erozyon, hastalık ve zararlıların olumsuz etkilerini, çölleşmeyi, tuzlanmayı, kimyasal kirlilik vb. gibi olumsuz etkileri azaltmaya yöneliktir (Choudhary ve ark. 2022). Aynı zamanda yerel çiftçi topluluklarını destekler ve üretim yapmaya teşvik edici olumlu etkilere sahiptir. Yaygın bir teknik olan ara ekim ile daha çok kazanç elde edilerek üreticilere hem iş imkânı sağlar hem de kentsel göçü engeller. Ticari bir bakış açısıyla ise onarıcı tarım ile yetiştirilen ürünler geleneksel olarak yetiştirilen ürünlere nazaran daha sağlıklı, kaliteli ve besin açısından daha besleyici olduğundan daha yüksek bir fiyata satılabilir ve bu da üreticilerin daha fazla gelir elde etmesini sağlar.

Onarıcı tarım nedir?

Onarıcı tarım, 1980'lerde Rodale Enstitüsü'ndeki organik tarım araştırmacıları tarafından ortaya atılan bir terim olup, biyoçeşitliliğı genişleterek, su döngüsünü iyileştirerek, toprak yapısındaki organik maddeyi artırarak ve toprak sağlığını iyileştirmeyi ve iklim değişikliğini tersine çevirmeyi amaçlayan bütüncül tarım uygulamalarından oluşur.

Onarıcı tarım üzerinde araştırma yapan bilim insanları, kimyasal pestisit kullanmaktan kaçınmakla birlikte, ürün rotasyonu, hayvan rotasyonu, kompostlama, toprak işlemez tarım, agroekoloji ve tarımsal ormancılık gibi yöntemleri savunmaktadır. Onarıcı tarım, daha sağlıklı ve daha iyi bir gıda sistemiyle sonuçlanan işlenebilir toprak miktarını da arttırmaktadır (Yadav ve ark. 2023).

Bununla birlikte onarıcı tarım, toprağı iyileştirmeyi ve mümkün olduğu kadar uzun süre verimli tutmayı amaçlayan bir tarım yöntemidir. Toprağın verimliliğı sadece insanların kullanımına yönelik ürün yetiştirmek için değil, aynı zamanda hayvanlara kaliteli yem sağlamak için de gereklidir. Bu nedenle, çayır mera alanlarını daha verimli hale getirerek hayvanlar için daha fazla otlatma olanağı sağlayacaktır. Tarım yapılan arazilerin verimliliğini korumanın yanı sıra, onarıcı tarım stratejileri, tarım faaliyetleri nedeniyle terk edilmiş veya artık kullanılmayan arazilerin de geri kazandırılmasını (ağaçlandırma, bataklık arazilerin tarıma kazandırılması, ekolojik su ürünleri yetiştiriciliğı vb. faaliyetler) kapsamaktadır.

Onarıcı tarım aynı zamanda gıda ve tarımsal sistem koruma ve yenileme yöntemidir. Toprak rejenerasyonunu ve biyolojik çeşitliliğı arttırmaya, su döngüsünü iyileştirmeye, ekosistem faaliyetlerini genişletmeye, iklim değişikliği direncini arttırmaya ve tarımsal toprak içeriğini ve canlılığını güçlendirmeye odaklanır (Choudhary ve ark. 2022).

Neden onarıcı tarım?

Yerli tohumların ve bilginin kaybıyla dünyanın verimli topraklarının ve biyolojik çeşitliliğinin kaybı, gelecekte hayatta kalmamız için ölümcül bir tehdit oluşturmaktadır. Toprak bilimcilerine göre, 50 yıl içerisinde mevcut toprak tahribatı (dekarbonizasyon, erozyon, çölleşme, kimyasal kirlilik), kıtlık ve önemli topraktaki iz elementlerin kaybı ile niteliksel olarak bozulmuş bir gıda arzı nedeniyle yalnızca halk sağlığına ciddi zarar vermekle birlikte artık kendimizi beslemeye yetecek kadar ekilebilir verimli

topraklarımızda olmayacaktır. Ayrıca dünyada 400 milyon hektar ekili tarım arazisi, 800 milyon hektar mera alanı ve 1 milyar hektar orman alanlarının bulunduğu toprakları korumadan ve yenilemeden dünyayı beslemek, küresel ısınmayı 2 santigrat derecenin altında tutmak veya biyolojik çeşitlilik kaybını durdurmak imkânsız olacaktır (Anonim, 2023).

Bu sorunları ortadan kaldırmak için onarıcı tarım ön plana çıkmıştır. Onarıcı tarım ise toprak sağlığını ve verimliliğini iyileştiren ve sürdüren, biyolojik çeşitliliği destekleyen, su havzalarını koruyan, ekolojik ve ekonomik dayanıklılığı geliştiren bir dizi tarımsal uygulamalardır. Yer altı ve yer üstü yaşam için uygun ortamlar sağlamakla birlikte, başarılı bir şekilde ürün yetiştirme konusunda da uygulamaları içermektedir. Özellikle dejenere olmuş arazilerde, fotosentez ve biyoloji yoluyla toprakları yeniden karbonize eden onarıcı tarım, aynı zamanda artan miktarlarda atmosferik karbonu (CO₂) yeraltında tutabilir ve iklim değişikliğine karşı düşük maliyetli bir çözüm sunabilir. Ayrıca sağlıklı, besleyici gıda üretimi de dahil olmak üzere birçok faydası olan onarıcı tarımın, artan iklim istikrarsızlığına karşıda çözümsel etkilere sahip olacağı öngörülmektedir (White, 2020).

Onarıcı tarımın ilkeleri

Çevresel sürdürülebilirlik ve insan sağlığı, onarıcı tarımın başlıca konuları arasında yer almaktadır. Bu, pazarlanabilir ürünler üretmenin yanı sıra, üretim yapılan arazi ve çiftliklerde çevrenin korunmasına katkıda bulunması gerektiği anlamına da gelmektedir. Temel faydaları arasında artan biyoçeşitlilik, gelişmiş toprak özellikleri ve iyileştirilmiş çevresel koşullarda yer almaktadır.

Onarıcı tarım uygulayan bir çiftçi olan Gabe Brown tarafından onarıcı tarımın ilkeleri şu şekilde sıralanmıştır;

- 1- Mekanik, kimyasal ve fiziksel arazi işleminin artık kullanılmaması
- 2- Boş arazilerden kaçınarak erozyonu azaltmak için tüm yıl boyunca örtü bitkilerinin kullanılması. Ayrıca mera ve kümes ve büyükbaş hayvanlar için otlama materyali onarıcı tarım sistemi tarafından sağlanması
- 3- Biyoçeşitliliğin artırılması (örneğin, ürün rotasyonu, tarımsal ormancılık ve silvi-mera teknikleri ile).
- 4- Çiftlik hayvanlarının tarımsal üretime yardımcı olması için kullanılması.
- 5- Çok yıllık bitkilerin yapılan üretimlerde devamlı bir şekilde yerini alması.

Tüm bu fikirler, mevsimden mevsime ve yıldan yıla onarıcı bir tarım döngüsünü sürdürmeye çalışmaktadır. Ancak bunlar evrensel ilkeler olmamakla birlikte, kombinasyonları ve kullanımları ise her üretim yapılan arazi ve çiftliklerde yapısal özelliklere bağlı olarak değişim gösterebilmektedir (Choudhary ve ark. 2022).

Lal (2020) çalışmasında onarıcı tarımın ilkelerini ise şu şekilde sıralamıştır;

- 1- Kimyasal gübre kullanımı yerine toprağın organik madde içeriğini, biyolojik N fiksasyonunu ve besin maddelerinin geri dönüşümünü artırarak toprak verimliliğinin artırılması
- 2- Toprağı işlemek yerine biyotanın (solucanlar ve mikroorganizmalar vb.), üretken bitki köklerinin aktivitesini ve tür çeşitliliğini artırarak toprak yapısının iyileştirilmesi
- 3- Yağışı koruyarak, akış ve buharlaşma ile kayıpları azaltarak, toprak sıcaklığını dengeleyerek ve derin kök sistemlerini teşvik ederek suyun kullanılabilirliğinin artırılması
- 4- Su ve rüzgâr erozyonunun kontrol edilmesi
- 5- Kimyasalların gelişigüzel boşaltılması yerine biyogübreler (örn. kompost, gübre, mikoriza) yoluyla toprak asitlenmesi ve element dengesizliğinin yönetilmesi.

Onarıcı tarım uygulamaları

Onarıcı tarım, orman ve tarım alanlarını korumak ve iyileştirmek, organik maddece zenginleştirmek ve toprak verimliliğini artırmaktan daha fazlasını kapsayan bir tarımsal yöntemdir. Bununla birlikte Onarıcı tarımın, atmosfere salınan karbon emisyonlarını ortadan kaldırmak, daha düşük kimyasal girdiler ile daha az su ve toprak kirliliği, artan biyoçeşitlilik dahil olmak üzere bir dizi çevresel faydaları da barındırmaktadır. Ayrıca daha fazla ormanlık ve tarım alanlarındaki ağaçları koruyarak ve topraktaki karbonu depolayarak sera etkisini azaltarak daha temiz bir havada oluşturmaktadır. Böylelikle onarıcı

tarım, biyoçeşitliliğin ve doğal ortamların korunmasını zorunlu kılan bir tarım uygulamasıdır. Bu tarım sisteminde yapılan belli başlı uygulamalar ise şu şekilde sıralanabilir;

Toprak işlemez ekim (anıza doğrudan ekim); toprak işlemez ekim, toprak erozyonunu ve CO₂ emisyonlarını azaltan ve en az miktarda toprak bozulmasına neden olan bir uygulamadır. Bu durumda ekim doğrudan diskli ekim makinaları kullanılarak yapılmaktadır. Çeşitli araştırmalar, bölgesel tarımsal iklim koşullarına, ürün ve toprak faktörlerine bağlı olarak, ürün verimi ve karlılığı üzerinde toprak işleminin hiç yapılmamasının veya asgari düzeyde yapılmasının olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. Geleneksel toprak işleme ile karşılaştırıldığında, küresel ısınma kaynaklı olumsuzlukları en aza indirdiği, arpada yapılan bir çalışmada verimin %49 arttığı ve kurak iklimlerde sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeli gösterdiği belirtilmiştir (Huang ve ark., 2018).

Tek yıllık organik ekim; çevre ve tüketiciler üzerindeki zararlı etkiyi azaltmak için, tek yıllık organik ürün yetiştiriciliği, kimyasal olmayan gübrelere ve hastalık zararlı ilaçlarının kullanılmasını önerir. Endüstriyel süreçler göz önüne alındığında onarıcı tarım sistemi daha maliyetli, daha az kazançlı ve yoğun bir iş gücü gerektiren bir tarım sistemidir. Fakat, daha sağlıklı bireyler ve çevre nedeniyle, tarımla ilgili firmalar uzun vadede onarıcı tarım girişimlerinden büyük kazançlar sağlayacaktır.

Kompost uygulamaları; Kompost, organik madde sağladığı ve toprak verimliliğini artırdığı için onarıcı tarımın önemli bir bileşenidir. Üst toprak katmanlarındaki organik madde konsantrasyonları %3 ile %5 arasında değişmeli ve toprak profiline en az 15 cm kadar entegre edilmelidir.

Biochar; Biochar, orman ürünlerinin ve tarımsal atıkların yakılmasıyla oluşan doğal kömüre göre daha sağlıklı alternatif bir üründür. Topraktaki organik madde ve besin miktarı, genellikle kimyasal ve mikrobiyolojik etkilere karşı dirençli olan siyah karbon tarafından uygun seviyelere getirilebilmektedir. Bu durum onarıcı tarım uygulayıcıları için özellikle önemli olan ürün verimindeki artışı devamlı hale getirmek için yapılan bir uygulamadır.

Kademeli olarak çayır mera otlatma yönetimi; Onarıcı bir tarım yöntemi olarak, kademeli olarak planlanmış otlatma, meraların, hayvanların doğal davranışlarına benzer şekilde dönüşümlü olarak kullanılmasını önermektedir. Hayvanlar taze olarak ot tüketir ve bölgeden bölgeye hareket ederken bitki örtüsü ve hayvan dışkısının entegre edilerek mera verimliliğinin artışına, farklı arazilerdeki otların yeniden büyümesini sağlamaktadır. Bu durum ise çayır mera alanlarının otlatma açısından verimliliğini de arttırmaktadır. Araştırmalara göre, kademeli olarak mera yönetim uygulamaları toprakta karbon stoklarını arttırdığı kanıtlanmıştır (Conant ve ark., 2001, Follett ve ark., 2020).

Tarımsal üretime hayvanların entegrasyonu; toprak verimliliğini arttırıcı bir uygulama olup, biyolojik düşmanları, istenmeyen türlere karşı tanıtılarak, yabancı ot ve zararlı yönetimine yardımcı olmaktadır. Ayrıca bu uygulama, kapalı alan yetiştiriciliğinin doğal koşullara daha yakın olmasından dolayı büyükbaş hayvanlar açısından da çok faydalıdır.

Çok yıllık ekim; onarıcı tarımda çok yıllık ürünler, derin kökleri ile toprağı kaplayarak rüzgâr ve su erozyonundan korur, ayrıca nemi depolar ve toprak işlemeyi ve yabancı ot kontrol uygulamalarını azaltarak tarımsal giderleri en aza indirmektedir.

Sonuç

Tarımın günümüzdeki mevcut durumu, dünya genelinde artan nüfusa bağlı olarak mevcut gıda üretiminin yetersiz kalması ve artan gıda talebiyle dünya kıtlıkla karşı karşıya kalmaktadır. Bu ürün açığının artması, konvansiyonel tarım yöntemlerinin sınırlarını zorlamış ve tarım alanlarından daha yüksek verim alma arayışlarını da beraberinde ortaya çıkarmıştır. Modern tarım teknolojilerinin kullanılması, daha etkin ve verimli toprak yönetimi, sulama ve gübreleme yöntemleri, hastalık ve zararlılara karşı koruma yöntemleri gibi birçok alanda olumlu ilerlemeler gerçekleşmiştir. Bu ilerlemeler doğrultusunda tarımsal üretim artmış ve gıda açığı azaltılmıştır. Ancak bu ilerlemeler bazı sorunları ortaya çıkarmıştır. Bunlardan bazıları kimyasal gübreler, pestisitler ve diğer kimyasalların kullanımı, doğal kaynakların ve biyoçeşitliliğin kaybına ve ekosistemin bozulmasına neden olmuştur. Ayrıca,

tarımsal faaliyetleri, meydana gelen iklim değişikliği ve su kaynaklarının kısıtlılığı gibi küresel sorunlar olumsuz yönde etkilemiştir. Gelecekte tarım, daha sürdürülebilir ve iklim, çevre ve biyoçeşitliliğinin korunması şeklinde yapılmalıdır. Bunun için doğru tarım sistemi ile üreticilerin üretime devam etmesi gerekmektedir.

Onarıcı tarım sistemi ise çevresel, sosyal ve ekonomik faydaları barındırmaktadır. Çevresel faydalar arasında, arazi yönetimi, toprak verimliliği, ürün verimini en üst düzeye çıkarmakla birlikte, gıdayı daha besleyici hale getirmek yer almaktadır. Bununla birlikte CO₂ emilimini destekler ve biyolojik çeşitliliği de geri kazandırmaktadır. Tüm bu uygulamalar, daha fazla tarımsal biyoçeşitlilik ve verimli topraklar, aynı zamanda hastalıklara, zararlılara ve iklim değişikliklerine karşı, daha verimli ürünler elde etmek için yapılmaktadır. Bu uygulamalara ek olarak, onarıcı tarım, toprağı tuzlanmadan korur (bu genellikle aşırı sulamadan kaynaklanır) ve yüzey akışını, erozyonu ve su kirliliğini de azaltmaktadır. Sosyal açıdan ele alındığında onarıcı tarım, çiftçileri desteklemekte ve arazilerin değerlendirilmesi açısından teşvik edici rol oynamaktadır. Onarıcı tarımda yaygın bir teknik olan ara ziraatı ise, fazla iş gücü gerektirdiğinden insanlar için iş olanağı sağlar ve kentsel göçü engellemektedir. Ticari bir bakış açısıyla ise rejeneratif olarak yetiştirilen ürünler daha yüksek bir fiyata satılabilir ve bu da çiftçilerin daha iyi bir gelir elde etmesini sağlayabilir. Bunun nedeni ise rejeneratif olarak yetiştirilen gıdaların geleneksel ürünlere göre daha sağlıklı, daha kaliteli ve besleyici olmasından kaynaklanabilir.

Kaynaklar

- Anonim, (2023). Why Regenerative Agriculture? Regeneration International. <https://regenerationinternational.org/why-regenerative-agriculture>. Erişim tarihi: 30.07.2023.
- Choudhary, A., & Singh, K., & Kumar, S., & Beniwal, R. (2022). Regenerative Agriculture: Introduction And Practices For Sustainable Production. *Recent Innovative Approaches in Agricultural Science Vol 2*, pp:61-71.
- Conant, R.T.; Paustian, K.; Elliott, E.T. Grassland management and conversion into grassland: Effects on soil carbon. *Ecol. Appl.* 2001, 11, 343–355.
- Follett, R.; Stewart, C.; Bradford, J.; Pruessner, E.; Sims, P.L.; Vigil, M. Long-term pasture management impacts on eolian sand soils in the southern mixed-grass prairie. *Quat. Int.* 2020, 565, 84–93.
- Giller, K. E., Hijbeek, R., Andersson, J. A., & Sumberg, J. (2021). Regenerative agriculture: an agronomic perspective. *Outlook on agriculture*, 50(1), 13-25.
- Huang, Y.; Ren, W.; Wang, L.; Hui, D.; Grove, J.H.; Yang, X.; Tao, B.; Goff, B. Greenhouse gas emissions and crop yield in no-tillage systems: A meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2018, 268, 144–153.
- Ibrahim, I. & Ahmed, N. (2022). Investigating Regenerative Ideation within Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 14, 10137. <https://doi.org/10.3390/su141610137>.
- Lal, Rattan. "Regenerative agriculture for food and climate." *Journal of Soil and Water Conservation* 75.5 (2020): 123A-124A. Web. 30 Jan. 2023.
- White, C. (2020). Why Regenerative Agriculture? *American Journal of Economics and Sociology*, 79(3), 799-812. <https://doi.org/10.1111/ajes.12334>.
- Yadav, A., Prajapati, J., Kumar, R. and Upadhyay, A. 2023. Regenerative Agriculture- A Review. *Vigyan Varta* 4(1): 107-109.

Ülkemiz Tahıl Üretim Verilerinin İrdelenmesi;2010-2022 Yılları Örneği

Rıdvan UÇAR

Pamukkale üniversitesi Ziraat fakültesi Tarla Bitkileri bölümü/Denizli, Türkiye

**Sorumlu Yazar: rucar@pau.edu.tr*

Öz

Ekim alanı ve üretim miktarı bakımında dünyada olduğu gibi ülkemizde de tahıllar ilk sırada yer almaktadır. Sürdürülebilir tarım ve temel insan beslenmesinin devam ettirilmesi için bu öncülüğün korunması oldukça önemlidir. Tahılların incelemeye konu olan yıllarda öncülüğünü önemli oranda koruduğu görülmektedir. Artan insan nüfusu, iklim değişiklikleri, savaşlar ve yaygın bulaşıcı hastalıkların etkilerinden dolayı tahıl üretiminin ve stoklamanın arttığı görülmektedir. 2010-2022 yılları arasında tahıl ekim alanları, üretim ve verim miktarlarında yıllara göre artış- azalışlar görülmesine karşın tahıl fiyatlarının istikrarlı bir şekilde ve ortalama enflasyona oranla önemli ölçüde arttığı görülmektedir. Bütün buğday grupları, biralık arpa, çavdar, darı, kuş yemi ve sorgum ekim alanlarında azalmalar olduğu yulaf yemlik arpa, tritikale, mısır ve çeltik ekim alanlarında ise artış olduğu görülmektedir. Buğday fiyatının %1000, arpa fiyatının %1117, çavdar fiyatının %1184, yulaf fiyatının %962, tritikale fiyatının %1130, mısır fiyatının %857, çeltik fiyatının %794, darı fiyatının %785 ve kuşyemi fiyatının %1033 civarında arttığı görülmektedir.

Sonuç olarak dünyada meydana gelen herhangi bir olumsuzluğun ülkemizi de etkilediği ancak tahıl üretim ve depolama potansiyelini teşvik ettiği görülmektedir. İklim değişikliği, Covid19 salgını ve Rusya-Ukrayna savaşının tahıl fiyatlarında aşırı artışlara neden olduğu görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Tahıllar, buğday, arpa, mısır, çeltik

Analysing Cereal Production Data of Türkiye; 2010-2022 Years Example

Abstract

Cereals are in the first place in terms of cultivation area and production amount in Türkiye as well as in the world. It is very important to maintain this leadership for sustainable agriculture and basic human nutrition. It is seen that cereals have maintained their leadership to a significant extent in the years under review. Increasing human population, climate change, wars and the effects of widespread infectious diseases have led to increased cereal production and stockpiling. Between 2010 and 2022, cereal cultivation areas, production and yields increased and decreased year by year, but cereal prices increased steadily and significantly compared to the average inflation rate. While all wheat groups, malt barley, rye, millet, canary grass, and sorghum cultivation areas decreased, oat, barley for feed, tritikale, maize and rice cultivation areas increased. The price of wheat, barley, rye, oats, tritikale, corn, rice, millet, and canary grass increased by 1000%, 1117%, 1184%, 962%, 1130%, 857%, 794%, 785%, 1033%, respectively.

As a result, it is seen that any unfavorable situation occurring in the world affects our country, but encourages the potential of cereal production and storage. Climate change, the Covid19 pandemic and the Russia-Ukraine war have caused extreme increases in grain prices.

Keywords: Cereals, wheat, barley, maize, rice

Giriş

Ülkemizde ekim alanı ve üretim miktarı bakımından en fazla tercih edilen bitki grubu tahıllardır. İnsan ve hayvan besinlerinin temel kaynağı tahıllardır. Tahıllar kutuplardan tropik iklimlere kadar hemen her yerde yetişebilen, insanların ve hayvanların enerji kaynağı konumundadır. Ülke nüfusunun artması tahıl ihtiyacının da artmasına neden olmaktadır. Ülkemizin iklim koşullarının tahıl tarımına uygun olması bu bitki grubunun ülkemizde en fazla ekim alanı ve üretim miktarına sahip olmasını sağlamıştır.

Dünyada ve ülkemizde tarım alanlarının yaklaşık yarısı tahıl ekim alanlarından oluşmaktadır. Hem dünyada hem de ülkemizde ekim alanı ve üretim bakımından ilk sırada tahıllar grubu yer almaktadır. Tahıllar serin iklim tahılları (buğday, arpa, yulaf, çavdar, tritikale) ve sıcak iklim tahılları (mısır, çeltik, koca darı, kum darı, cin darı, kuşyemi) olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Yer yüzünde günlük insan gıda ihtiyaçlarının yaklaşık yarısı tahıllarda karşılanmaktadır. Tahılların yetiştirilmesi, taşınması ve depolanması kolay olan en önemli tarımsal gıda kaynaklarıdır (Gençtan 2010).

Serin iklim tahılları daha çok ülkemizin iç bölgelerine yaygınlaşırken sıcak iklim tahılları daha çok kıyı kesimlerde yoğunlaşmıştır (Koday 2000). Günlük insan besin ihtiyaçlarının yaklaşık %70- 90'nı bitkisel kaynaklardan bununda %40-50 si ekmekten sağlanmaktadır. Ayrıca tahıllar mineral madde, karbonhidrat, protein, yağ, lif ve vitamin içeriği bakımından da zengindirler (Coşkun ve Bahar 2020). Savaşlar, küresel salgınlar, işçilik girdileri, nakliye, bakım masrafları, komisyon ve vergi giderleri gibi nedenlerin tahıl tedariki ve fiyatını olumsuz etkilediği görülmektedir (Cavlak ve Selvi, 2022).

Covid 19 salgının getirdiği kapanmalar ile birçok ülke tedbir amaçlı ihtiyaç fazlası tahılların satışını kısıtlayarak depolama eğilimine girmiş buda tahıl fiyatlarının artmasına neden olmuştur (Anonim 1, 2020). İklim değişikliği ve covid 19 un etkileri ile; dünyanın farklı alanlarında gerçekleşen kuraklık, çekirge istilası ve kapanma sebebiyle işçi bulma problemleri tahıl fiyatlarında artışlara neden olmuştur (Garnett vd., 2020; FAO, 2020; Falkendal vd, 2021; Küçük efe ve Akkurt, 2022).

Tahılların ekim alanı, üretim miktarı ve birim alandan elde edilen verim parametrelerinin bilinmesi hem kısa vadede hem de uzun vade de insan nüfusunun ihtiyaçlarına göre üretim faaliyetlerinin yürütülmesi ve gelecek yıllar için eylem planlarının hazırlanmasına ışık tutacak niteliktedir.

Materyal ve Metot

Materyal

Çalışmada kullanılan veriler; TÜİK tarımsal istatistik veri tabanından alınmıştır (TÜİK, 2023).

Metot

Çalışmada 2010 yılından 2022 yılına kadar olan tahıl istatistikleri kullanılmıştır. Bitki grubuna göre en geniş değişim yüzdeleri belirlenmiş, ilk ve son yıl arasındaki yüzde artış-azalış değişimleri Microsoft Office programları ile sınıflandırılmıştır.

En düşük değere göre en geniş yüzde değişim aralığı

Fark: en yüksek değer- en düşük değer

% artış: fark x 100/ en düşük değer

2010 yılına göre 2022 yılındaki artış veya azalış yüzde değişimi

Fark: en yüksek değer- en düşük değer

% artış, azalış: fark x100/2010 değeri

Türkiye’de tarım alanlarının dağılımı

Ülkemizde tarımsal fayda sağlanan alanların (Toplam tarım alanı, Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı, Sebze bahçeleri alanı, Süs bitkileri alanı, Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı, Çayır ve mera alanı) 2010-2022 arasındaki dağılımı tablo 1’ de verilmiştir.

Tablo 1. Ülkemiz tarım alanları dağılımı (bin/hektar)

Tarih	Toplam tarım alanı(bin/hektar)	Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı		Sebze bahçeleri alanı	Süs bitkileri alanı	Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı	Çayır ve mera alanı
		Ekilen alan	Nadas alanı				
2010	39 011	16 333	4 249	802	-	3 011	14 617
2011	38 231	15 692	4 017	810	4	3 091	14 617
2012	38 399	15 463	4 286	827	5	3 201	14 617
2013	38 423	15 613	4 148	808	5	3 232	14 617
2014	38 558	15 782	4 108	804	5	3 243	14 617
2015	38 551	15 723	4 114	808	5	3 284	14 617
2016	38 328	15 575	3 998	804	5	3 329	14 617
2017	37 964	15 498	3 697	798	5	3 348	14 617
2018	37 797	15 421	3 513	784	5	3 457	14 617
2019	37 716	15 398	3 387	790	5	3 519	14 617
2020	37 762	15 628	3 173	779	5	3 559	14 617
2021	38 089	16 062	3 059	755	5	3 591	14 617
2022	38 482	16 510	2 960	718	6	3 671	14 617

(TUİK, 2023)

İncelenen yıllar arasında en yüksek ve en düşük toplam tarım alanı değerleri sıra ile 2010-2019 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %3,43'lük bir artış göstermiştir. İncelenen periyotta (2010-2022) toplam tarım alanları %1,36 oranında azalma göstermiştir.

İncelenen yıllar arasından en yüksek ve en düşük ekilen alan değerleri sıra ile 2022-2019 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %7,22'lik artış göstermiştir. İncelenen periyotta (2010-2022) ekilen alan %1,08 oranında artış göstermiştir.

İncelenen yıllar arasından en yüksek ve en düşük nadas alanı değerleri sıra ile 2012-2022 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %44,80 oranında artış göstermiştir. İncelenen periyotta (2010-2022) nadas alanı %30,4 oranında azalış göstermiştir.

İncelenen yıllar arasından en yüksek ve en düşük Sebze bahçeleri alanı değerleri sıra ile 2012-2022 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %15,18'lik bir artış sağlanmıştır. İncelenen periyotta (2010-2022) Sebze bahçeleri alanı %10,47 oranında azalış göstermiştir.

Süs bitkileri ekim alanı bakımından 2010 yılına ait bir veri sağlanamamıştır. En yüksek ve en düşük Süs bitkileri ekim alanı değerleri sıra ile 2011-2022 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %50 oranında artmıştır. İncelenen periyotta (2011-2022) Süs bitkileri alanı %50 oranında artış göstermiştir.

İncelenen yıllar arasından en yüksek ve en düşük Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı değerleri sıra ile 2022-2010 yıllarından elde edilmiş ve en düşük değeri sağlayan yıla göre %21,92 olarak hesaplanmıştır. İncelenen periyotta (2010-2022) Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı %21,92 oranında artış göstermiştir.

Çayır ve mera alanları bakımından çalışmaya konu olmuş yıllar arasında herhangi bir değişim yaşanmamıştır.

Durum, kaplıca ve diğer buğday türlerinin 2010-2022 ekim alanı, üretim ve verim miktarları tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Buğday ekim, üretim ve verim istatistikleri

Tarih	Durum			Diğer			Kaplıca		
	Ekim alanı/da	Üretim/ton	Verim kg/da	Ekim alanı/da	Üretim /ton	Verim kg/da	Ekim alanı (da)	Üretim (ton)	Verim (kg/da)
2010	13340000	3450000	259	67694000	16224000	240	38780	7675	198
2011	13380000	3850000	288	67580000	17950000	266	35158	7018	200
2012	11900357	3300000	277	63396037	16800000	265	39879	6565	165
2013	12786000	4075000	319	64940000	17975000	277	69000	13658	198
2014	12824636	3300000	257	66367448	15700000	237	31767	6152	194
2015	12737734	4100000	322	65931140	18500000	281	22701	4700	207
2016	12386724	3620000	292	64332724	16980000	264	22777	4549	200
2017	12369119	3900000	315	64319666	17600000	274	30764	6610	215
2018	12021006	3500000	291	60971695	16500000	271	61021	13071	214
2019	10955635	3150000	288	57507636	15850000	276	15923	3006	189
2020	12580562	4000000	318	56641802	16500000	291	15217	2820	185
2021	12013688	3150000	262	55432967	14500000	262	23766	4069	171
2022	12049596	3750000	311	54237790	16000000	295	17882	3447	193

(TUİK, 2023)

Durum buğday, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2011 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2019 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %22,23 olmuştur. 2010 yılına göre 2022 yılında buğday ekim alanı %9,67 oranında azalmıştır. Durum buğday, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2015 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %30,16 olmuştur. 2010 yılına göre 2022 yılında buğday üretim miktarı %8,7 oranında artmıştır. Durum buğday, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2015 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2014 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %25,29 olmuştur. 2010 yılına göre 2022 yılında buğday verimi %20,28 oranında artmıştır.

Diğer buğday grubu, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2010 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2022 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %24,81 olmuştur. 2010 yılına göre diğer buğday grubu ekim alanı 2022 yılında %19,88 oranında azalmıştır. Diğer buğday, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2015 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %27,59 olmuştur. 2010 yılına göre diğer buğday grubu üretim miktarı 2022 yılında %1,38 oranında azalmıştır. Diğer buğday, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2014 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %24,47 olmuştur. 2010 yılına göre diğer buğday grubu verimi 2022 yılında %22,92 oranında artmıştır.

Kaplıca buğday, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2013 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2020 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %353,44 olmuştur. 2010 yılına göre kaplıca buğday ekim alanı 2022 yılında %53,89 oranında azalmıştır. Kaplıca buğday, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2013 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2020 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %384,33 olmuştur. 2010 yılına göre kaplıca buğday üretim miktarı 2022 yılında %55,09 oranında azalmıştır. Kaplıca buğday, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2017 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2012 yılı arasındaki yüzdellik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %30,30 olmuştur. 2010 yılına göre kaplıca buğday verimi 2022 yılında %2,53 oranında azalmıştır.

Biralık ve yemlik arpa türlerinin 2010-2022 ekim alanı, üretim ve verim miktarları tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Arpa ekim alanı, üretim ve verim miktarları istatistikleri

Tarih	Biralık			Diğer		
	Ekim alanı(da)	Üretim(ton)	Verim (kg/da)	Ekim alanı(da)	Üretim(ton)	Verim (kg/da)
2010	2403000	600000	250	27997000	6650000	238
2011	2166536	630000	291	26521795	6970000	263
2012	1944368	590000	303	25543296	6510000	255
2013	1784600	560000	314	25420500	7340000	289
2014	1796991	481000	268	26075982	5819000	223
2015	1806444	620000	343	26029386	7380000	284
2016	1420981	390000	274	25979540	6310000	243
2017	1352428	400000	296	22894944	6700000	293
2018	1336640	400000	299	24782763	6600000	266
2019	1304304	400000	307	27386411	7200000	263
2020	1925254	600000	312	29046371	7700000	265
2021	1536574	250000	163	30154431	5500000	182
2022	1138704	400000	351	30856172	8100000	263

(TUİK, 2023)

Biralık arpa, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2010 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2022 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %111,03 olmuştur. 2010 yılına göre biralık arpa ekim alanı 2022 yılında %52,61 oranında azalmıştır. Biralık arpa, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2011 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %152 olmuştur. 2010 yılına göre biralık arpa üretim miktarı 2022 yılında %33,33 oranında azalmıştır. Biralık arpa, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %115,34 olmuştur. 2010 yılına göre biralık arpa verimi 2022 yılında %40,40 oranında artmıştır.

Diğer arpa, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2017 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %34,77 olmuştur. 2010 yılına göre diğer arpa ekim alanı 2022 yılında %10,21 oranında artmıştır. Diğer arpa, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %47,27 olmuştur. 2010 yılına göre diğer arpa üretim miktarı 2022 yılında %21,80 oranında artmıştır. Diğer arpa, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2017 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %60,99 olmuştur. 2010 yılına göre diğer arpa verimi 2022 yılında %10,50 oranında artmıştır.

Çavdar, Yulaf ve Tiritikale türlerinin 2010-2022 ekim alanı, üretim ve verim miktarları tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Çavdar, yulaf ve tritikalenin yıllara göre dağılım istatistikleri

Tarih	Çavdar			Yulaf			Tritikale		
	Ekim alanı da	Üretim ton	Verim kg/da	Ekim alanı da	Üretim ton	Verim kg/da	Ekim alanı da	Üretim ton	Verim kg/da
2010	1410000	365560	259	883900	203870	231	268530	93270	347
2011	1276530	365750	287	858626	218040	254	297829	103797	349
2012	1432216	370000	258	893267	210000	235	322268	105000	326
2013	1381656	365000	264	925490	235000	254	354024	118000	333
2014	1150800	300000	261	938621	210000	224	348947	110000	315
2015	1123129	330000	294	1034570	250000	242	372063	125000	336
2016	1146493	300000	262	994379	225000	226	376348	125000	332
2017	1010923	320000	317	1128796	250000	221	456414	150000	329
2018	1109025	320000	289	1058254	260000	246	502826	170000	338
2019	1121642	310000	276	1098227	265000	241	641010	215090	336
2020	1043651	295681	283	1132633	314528	278	811149	276212	341
2021	997555	200000	200	1369490	276000	202	939909	228000	243
2022	979347	273000	279	1376551	365000	265	996403	320000	321

(TUİK 2023)

Çavdar, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2012 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2022 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %46,24 olmuştur. 2010 yılına göre çavdar ekim alanı 2022 yılında %30,54 oranında azalmıştır. Çavdar, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2012 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %85 olmuştur. 2010 yılına göre çavdar üretim miktarı 2022 yılında %25,32 oranında azalmıştır. Çavdar, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2017 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %58,50 olmuştur. 2010 yılına göre çavdar verimi 2022 yılında %7,72 oranında artmıştır.

Yulaf, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2011 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %60,32 olmuştur. 2010 yılına göre yulaf ekim alanı 2022 yılında %55,74 oranında artmıştır. Yulaf, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2010 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %79,04 olmuştur. 2010 yılına göre yulaf üretim miktarı 2022 yılında %79,04 oranında artmıştır. Yulaf, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2020 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %37,62 olmuştur. 2010 yılına göre yulaf verimi 2022 yılında %14,72 oranında artmıştır.

Tritikale, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2010 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %271,06 olmuştur. 2010 yılına göre Tritikale ekim alanı 2022 yılında %271,06 oranında artmıştır. Tritikale, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2010 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %243,09 olmuştur. 2010 yılına göre Tritikale üretim miktarı 2022 yılında %243,09 oranında artmıştır. Tritikale, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2011 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2021 yılı arasındaki yüzdeler düşük değeri sağlayan yıla göre %43,62 olmuştur. 2010 yılına göre Tritikale verimi 2022 yılında %7,49 oranında azalmıştır.

Mısır ve çeltik türlerinin 2010-2022 ekim alanı, üretim ve verim miktarları tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Mısır ve çeltiğin yıllara göre dağılım istatistikleri

Tarih	Mısır			Çeltik		
	Ekim alanı(da)	Üretim(ton)	Verim (kg/da)	Ekim alanı(da)	Üretim(ton)	Verim (kg/da)
2010	5940000	4310000	726	990000	860000	869
2011	5890000	4200000	713	994000	900000	905
2012	6226094	4600000	739	1197247	880000	735
2013	6599980	5900000	894	1105924	900000	814
2014	6586450	5950000	903	1108844	830000	749
2015	6881699	6400000	930	1158561	920000	794
2016	6800192	6400000	941	1160563	920000	793
2017	6390844	5900000	923	1095599	900000	821
2018	5919003	5700000	963	1201424	940000	782
2019	6388287	6000000	939	1264190	1000000	791
2020	6916324	6500000	940	1253980	980000	782
2021	7582370	6750000	890	1294904	1000000	772
2022	9118849	8500000	932	1205226	950000	788

(TUİK, 2023)

Mısır, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2011 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %54,82 olmuştur. 2010 yılına göre mısır ekim alanı 2022 yılında %53,52 oranında artmıştır. Mısır, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2011 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %102,38 olmuştur. 2010 yılına göre mısır üretim miktarı 2022 yılında %97,22 oranında artmıştır. Mısır, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2018 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2011 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %35,06 olmuştur. 2010 yılına göre mısır verimi 2022 yılında %28,37 oranında artmıştır.

Çeltik, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2021 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2010 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %30,80 olmuştur. 2010 yılına göre çeltik ekim alanı 2022 yılında %21,74 oranında artmıştır. Çeltik, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2021 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2014 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %20,48 olmuştur. 2010 yılına göre çeltik üretim miktarı 2022 yılında %10,47 oranında artmıştır. Çeltik, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2011 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2012 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %23,13 olmuştur. 2010 yılına göre çeltik verimi 2022 yılında %10,28 oranında azalmıştır.

Darı, kuş yemi ve sorgum türlerinin 2010-2022 ekim alanı, üretim ve verim miktarları tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Darı, kuş yemi ve sorgum yıllara göre dağılım istatistikleri

Tarih	Darı			Kuş yemi			Sorgum		
	Ekim alanı da	Üretim ton	Verim kg/da	Ekim alanı da	Üretim ton	Verim kg/da	Ekim alanı da	Üretim ton	Verim kg/da
2010	29330	6772	231	550	83	151	314	220	701
2011	26715	6253	234	200	30	150	263	180	684
2012	29849	4759	159	16	2	125	152	114	750
2013	25833	5906	229	2133	350	164	1360	361	265
2014	26672	6744	253	2390	353	148	200	81	405
2015	26908	6219	231	2385	390	164	10	4	400
2016	23869	5327	223	3993	670	168	5	3	600
2017	21779	4737	218	5743	922	161	6	3	500
2018	20755	4397	212	7365	1228	167	6	3	500
2019	17618	4765	270	20710	3839	185	7	4	571
2020	18517	5711	308	46693	12551	269	9	5	556
2021	14902	4320	290	22122	6059	274	73	25	342
2022	12293	4168	339	18627	4848	260	58	17	293

(TUİK, 2023)

Darı, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2012 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2022 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %142,81 olmuştur. 2010 yılına göre darı ekim alanı 2022 yılında %58,09 oranında azalmıştır. Darı, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2010 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2022 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %62,48 olmuştur. 2010 yılına göre darı üretim miktarı 2022 yılında %62,48 oranında azalmıştır. Darı, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2022 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2012 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %113,21 olmuştur. 2010 yılına göre darı verimi 2022 yılında %46,75 oranında artmıştır.

Kuşyemi, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2020 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2012 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %291731 olmuştur. 2010 yılına göre kuş yemi ekim alanı 2022 yılında %3286 oranında artmıştır. Kuşyemi, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2020 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2012 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %6257 olmuştur. 2010 yılına göre kuş yemi üretim miktarı 2022 yılında %5740 oranında azalmıştır. Kuşyemi, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2021 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2012 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %119,20 olmuştur. 2010 yılına göre kuş yemi verimi 2022 yılında %72,19 oranında artmıştır.

Sorgum, ekim alanı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2013 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2016 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %27100 olmuştur. 2010 yılına göre sorgum ekim alanı 2022 yılında %81,53 oranında azalmıştır. Sorgum, üretim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2013 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2016,2017,2018 yılları arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %11933 olmuştur. 2010 yılına göre sorgum üretim miktarı 2022 yılında %92,27 oranında azalmıştır. Sorgum, verim miktarı bakımından en yüksek değeri sağlayan 2012 yılı ile en düşük değeri sağlayan 2013 yılı arasındaki yüzdelik fark düşük değeri sağlayan yıla göre %183 olmuştur. 2010 yılına göre sorgum verimi 2022 yılında %58,20 oranında azalmıştır.

Serin iklim tahılları 2010-2022 yılları arasındaki fiyat değişimi tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Buğday, arpa, çavdar, yulaf ve tiritikalenin fiyat istatistikleri (kg/tl)

Tarih	Buğday			Arpa		Çavdar	Yulaf	Tritikale
	Durum	Diğer	Kaplıca	Bıralık	Diğer			
2010	0,54	0,52	0,41	0,39	0,40	0,38	0,48	0,42
2011	0,59	0,58	0,46	0,48	0,48	0,45	0,62	0,49
2012	0,61	0,60	0,60	0,55	0,56	0,50	0,67	0,52
2013	0,67	0,66	0,73	0,60	0,60	0,57	0,71	0,57
2014	0,74	0,74	0,72	0,62	0,62	0,62	0,74	0,62
2015	0,78	0,77	0,70	0,64	0,65	0,65	0,78	0,67
2016	0,81	0,80	0,97	0,69	0,68	0,66	0,81	0,71
2017	0,89	0,88	1,17	0,79	0,78	0,73	0,87	0,77
2018	0,96	0,96	1,90	0,86	0,86	0,81	0,97	0,85
2019	1,22	1,21	1,15	1,09	1,07	1,01	1,22	1,12
2020	1,50	1,50	2,25	1,28	1,28	1,34	1,65	1,44
2021	2,05	2,04	2,44	1,88	1,88	2,05	2,41	2,19
2022	5,40	5,39	4,51	4,75	4,87	4,88	5,10	5,17

(TUİK, 2023)

Durum buğdayı fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %900, diğer buğdayların fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %936, Kaplıca buğdayı fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %1000, Bıralık Arpa fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %1117, Diğer Arpa fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %1117, Çavdar fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %1184, Yulaf fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %962 ve Tritikale fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %1130 artış sağlamıştır. 2010-2022 yılları arasında ülkemizde 13 yıllık enflasyon artış ortalamasının %338,46 olduğu bildirilmiştir (Anonim 2, 2023). İncelenen yıllar arasındaki yüzdeler bu verilerden yüksek olduğu görülmektedir.

Sıcak iklim tahılları 2010-2022 yılları arasındaki fiyat değişimi tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Mısır, çeltik, darı ve kuş yemi fiyat istatistikleri (kg/tl)

Tarih	Mısır	Çeltik	Darı	Kuş yemi
2010	0,47	1,17	0,74	0,99
2011	0,63	0,97	0,91	1,10
2012	0,58	0,96	1,15	2,13
2013	0,61	1,08	1,35	-
2014	0,62	1,81	1,31	-
2015	0,66	1,71	1,44	-
2016	0,66	1,53	1,27	1,31
2017	0,75	1,92	1,38	1,33
2018	0,85	2,38	1,90	1,82
2019	1,02	3,07	3,22	2,80
2020	1,21	3,86	3,46	2,94
2021	1,70	4,31	4,46	4,30
2022	4,50	10,46	6,55	11,22

(TUİK, 2023)

Mısır fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %857, Çeltik fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %794, Darı fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %785, Kuşyemi fiyatı 2010 yılına göre 2022 yılında %1033 artış sağlamış ve İncelenen yıllar arasında Sorgum da belirlenmiş herhangi bir elde edilememiştir. 2010-2022 yılları arasında ülkemizde 12 yıllık enflasyon artış ortalamasının %338,46 olduğu bildirilmiştir (Anonim 2, 2023). İncelenen yıllar arasındaki yüzdeler bu verilerden yüksek olmuştur.

Sonuç

Ülkemizde tarım yapılan alanların dağılımı bakımından Tahıllar ve diğer bitkisel ürünlerin alanı ilk sırada yer almakta bu grubu sıra ile Sebze bahçeleri alanı, Süs bitkileri alanı ve Meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanları takip etmektedir. İncelenen periyotta (2010-2022) toplam tarım alanları %1,36 oranında, ekilen alan %1,08 oranında, nadas alanı %30,4 oranında, Sebze bahçeleri alanı %10,47 oranında azalırken süs bitkileri alanı %50 oranında ve meyveler, içecek ve baharat bitkileri alanı %21,92 oranında artış göstermiştir.

2010 yılına göre 2022 yılında;

Bütün buğday grupları, biralık arpa, çavdar, darı, kuş yemi ve sorgum ekim alanlarında azalmalar olduğu diğer arpa, yulaf, tritikale, mısır ve çeltik ekim alanlarında artış olduğu görülmektedir. Ekim alanı bakımından en yüksek yüzde değişim kuş yeminde %3286 olarak en düşük yüzde değişim durum buğdayda %9,67 olarak gerçekleşmiştir. Durum buğday, diğer arpa, yulaf, tritikale, mısır ve çeltik üretim miktarları artarken diğer ve kaplıca buğday, biralık arpa, çavdar, kuşyemi, darı ve sorgum üretim miktarları azalmıştır. Üretim miktarı bakımından en yüksek yüzde değişim kuş yeminin %5740 olarak en düşük yüzde değişim diğer buğdaydan %1,38 olarak elde edilmiştir. Durum ve diğer buğday, biralık ve diğer arpa, çavdar, yulaf, mısır, darı, kuş yemi ve sorgumda birim alan verimi artarken kaplıca buğday, tritikale ve çeltikten elde edilen birim alan verimi azalmıştır. Birim alandan elde edilen verim bakımından en yüksek yüzde değişim kuş yeminden %72,19 olarak en düşük yüzde değişim kaplıca buğdaydan %2,53 olarak elde edilmiştir.

Serin iklim tahıllarında en düşük yüzde fiyat artışı buğday gruplarından %900-1000 oranında elde edilirken en yüksek yüzde fiyat artışı çavdardan %1184 oranından elde edilmiştir. Sıcak iklim tahıllarında en düşük yüzde fiyat artışı darıdan %785 olarak en yüksek yüzde fiyat artışı kuş yeminden %1033 olarak elde edilmiştir.

Kaynaklar

Anonim1 (2022) <https://www.ifpri.org/project/covid-19-food-trade-policy-tracker>

Anonim 2 (2023)

<https://herkesicin.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/ekonomi/hie/icerik/enflasyon+hesaplayici>

Cavlak, N., ve Selvi, M. S. (2022). Gıda fiyatlarındaki aşırı artışların olası nedenleri ve covid-19'un etkisi. *Gıda/The Journal Of Food*, 47(1).

Coşkun, G. ve Bahar, B. (2020). Kimyasal bileşim bakımından tahıllar ve tahılsızlar. *Türk Fen ve Sağlık Dergisi*, 1(1), 52-60.

Falkendal, T., Otto, C., Schewe, J., Jägermeyr, J., Konar, M., Kummu, M., and Puma, M. J. (2021). Grain export restrictions during COVID-19 risk food insecurity in many low-and middle-income countries. *Nature Food*, 2(1), 11-14.

FAO (2020) <https://www.fao.org/ag/locusts/common/ecg/562/en/DL500e.pdf>

Garnett, P., Doherty, B. and Heron, T. (2020). Vulnerability of the United Kingdom's food supply chains exposed by COVID-19. *Nat. Food* 1, 315–318.

Gençtan, T., Öktem, A., Sürek, H., Gevrek, M., Balkan, A., (2010). Sıcak iklim Tahılları Üretim Arttırılması Olanakları. *Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*. Ankara, 307-327.

Koday, Z. (2000) Türkiye'nin tahıl üretimi. *Türk Coğrafya Dergisi*, 35: 299-320.

Küçükefe, B., ve Akkurt, H. Ö. (2022). Covid-19 pandemisi ve ukrayna-rusya savaşı'nın, türkiye'de tahıl fiyatları ve üretim arzları üzerindeki etkileri. *Balkan and Near Eastern Journal of Social Sciences*, (Special Issue) 8; 90-94.

TUİK, (2023). <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>

Kahramanmaraş Şartlarında Bazı Tek Yıllık Çim (*Lolium multiflorum* Lam.) Çeşitlerinin Bitkisel Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

Mustafa Nur TAŞSEVER¹, Ömer Süha USLU^{2*}

¹Eleşkirt İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü / Ağrı / Türkiye

²KSU Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü / Kahramanmaraş / Türkiye

*Sorumlu yazar: suhauslu@ksu.edu.tr

Öz

Bu araştırma, 11 farklı tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) çeşidinin bitkisel özellikleri ve yem kalitelerini belirlemek amacıyla, 2016-2017 yetiştirme sezonunda Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemede materyal olarak, Alberto, Bogueano, Braulio, Devis, Excellent, Hellen, Medoacus, Pollanum, Rambo, Trinova ve Udine tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) çeşitleri kullanılmıştır. İncelenen özellikler arasında sadece ana sapta boğum sayısı ve boğum arası uzunluk ortalamaları arasındaki fark önemli ($P \leq 0.05$) çıkmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; en yüksek ana sap kalınlığı 3.61 mm ile Alberto, ana sap uzunluğu 117.07 cm ile Rambo, bayrak yaprak eni 8.46 mm, bayrak yaprak boyu 25.27 cm ile Pollanum, boğum arası uzunluğu 154.64 mm ile Trinova çeşitlerinden elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel özellikler, *Lolium multiflorum* Lam., tek yıllık çim.

Determination of the Morphological Characteristics of Some Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) Varieties under Kahramanmaraş Conditions

Abstract

This study was carried out to determine the herbal characteristics and feed quality of 11 different annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) varieties in the experimental field of Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture and Department of Field Crops in 2016-2017 growing season. The study was established according to the completely randomized block design (CRD) with three replications. In the experiment, Alberto, Bogueano, Braulio, Devis, Excellent, Hellen, Medoacus, Pollanum, Rambo, Trinova and Udine varieties were used as annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) varieties. Among the characteristics examined, only the difference between the number of internodes and internode length averages in the main stem was significant ($P \leq 0.05$). According to the research results; the highest main stem thickness with 3.61 mm in Alberto, main stem length with 117.07 cm in Rambo, flag leaf width with 8.46 mm and flag leaf length with 25.27 cm in Pollanum, internode length with 154.64 cm with Trinova was obtained.

Key Words: Annual ryegrass, *Lolium multiflorum* Lam., morphological characteristics.

Giriş

Yem bitkileri ülkemizin nitelikli kaba yem eksikliğinin karşılanmasında önemli bir hammadde kaynağıdır. Yem bitkilerinden yalın veya karışım halinde ekilerek aynı zamanda ekim nöbetine de dahil edilerek kaliteli ve besin değeri yüksek kaba yem elde edilmektedir. Tek yıllık çim bitkisi bunlardan biridir ve önemli bir buğdaygil yem bitkisidir. Tek yıllık çim bitkisi, hızlı büyüyen, birden fazla biçim alınabilen, yüksek boylu bir yem bitkisi olarak bilinir. Kışları ılıman geçen bölgelerde tek yıllık buğdaygil ve baklagil yem bitkileriyle karışım halinde yetiştirilebilir. Karışımlar otlatılarak veya biçilerek değerlendirilebilir. Tek yıllık çim bitkisi; tarımsal özellikleri açısından, hızlı gelişebilmesi, bol ot üretimi, sulu koşullarda gübreye karşı verdiği olumlu tepki, ekim nöbetinde yer alması ve tek yıllık olması sebebiyle tarla tarımı içinde üretimi son yıllarda hızla artan ve artma potansiyeline sahip bir yem bitkisidir. Tek yıllık çimden İngiltere’de, süt ineklerinin beslenmesinde ve gelişiminde, silo yemi üretiminde ve arazi ıslahında çok yoğun olarak istifade edilmektedir (Elçi, 2005). Tek yıllık çim bitkisi 13. ve 14. asırlardan itibaren bilinmekte olup, Kuzey İtalya’da üretilmiş, ekim nöbetinde 19. asrın

başlarından itibaren kullanılmaya başlamış, günümüzdeyse gezegenin tüm subtropik iklim bölgelerinde yetiştirilir duruma gelmiştir (Gençkan, 1983). Güney Avrupa kökenli olan tek yıllık çim bitkisi, kültüre alınmış tek yıllık bir çeşittir. Türkiye’de ise son yıllarda tek yıllık çim bitkisi üreticiliği yem bitkisi üretimine verilen desteklerle birlikte giderek yaygınlaşmaktadır (Baytekin ve ark., 2009). Dünyanın birçok ülkesinde yem bitkisi olarak tek yıllık çim bitkisi tercih edilmektedir. Silaj ve kuru ot üretiminde yaygın kullanılır. Yüksek protein ve enerjiye sahiptir. Şekerli tadı ve kolay sindirilebilme özelliği sayesinde hayvanlar tarafından sevilerek yenir. Koyu yeşil parlak yapraklıdır. Sonbahar, kış ve ilkbahar büyümesi mükemmeldir, geniş yaprakları vardır. Tek yıllık çim bitkisi hayvancılıkta ihtiyaç hissedilen nitelikli yem üretimi açığını kapatabilecek, tarla tarımında yem bitkileri arasında önemli bir yere sahip olabilecek vasıfta bir yem bitkisi olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı; Akdeniz Bölgesinin doğusunda yer alan Kahramanmaraş ilinde değerli bir yem bitkisi olan tek yıllık çimlerin ülkemiz yem bitkileri tarımında yer alabilmesi için farklı çeşitlerinin Kahramanmaraş koşullarında denenerek morfolojik gelişmelerini ve verimlerini saptamaktır.

Materyal ve Metot

Bu araştırma, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümüne ait deneme sahasında 2016-2017 güz yetiştirme sezonunda yürütülmüştür. Kahramanmaraş Akdeniz bölgesinin doğusunda yer almaktadır. Şehir Akdeniz ikliminin etkisi altındadır. Yaz ayları sıcak ve kurak, kış ayları serin ve yağışlı geçmektedir. İklim verilerine göre aktif yetiştirme sezonunu kapsayan 2016 Kasım ve 2017 Haziran döneminde ortalama sıcaklık 12.6 °C, toplam yağış 563.8 mm olarak gerçekleşmiştir (Anonim, 2018). Aynı döneme ait uzun yıllar ortalaması değerler 12.5 °C ve 451.7 mm’dir. Deneme alanına ait toprak killi (%72), hafif alkali (pH 7.66) bir bünyeye sahip, organik madde miktarı (%1.66) düşük, kireç oranı yüksek (% 3.91), tuzluluk oranı düşük (% 0.86), yarayışlı fosfor miktarı orta (6.29 kg da⁻¹) ve yarayışlı potasyum miktarı (53 kg da⁻¹) yüksektir (Anonim, 2016). Çalışmada, Alberto, Bogueano, Braulio, Devis, Excellent, Hellen, Medoacus, Pollanum, Rambo, Trinova ve Udine olmak üzere 11 çeşit tek yıllık çim bitkisi (*Lolium multiflorum* Lam.) kullanılmıştır. Deneme, tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ekimler 20 cm sıra aralığında 3 m uzunluğundaki altı sraya elle yapılmıştır. Ekilen tohum miktarı 4 kg da⁻¹ olacak şekilde tartılmıştır. Ekimle beraber 5 kg da⁻¹ saf azot ve fosfor içerecek şekilde 20.20.0 kompoze gübre ile taban gübrelemesi yapılmıştır (Darvishi, 2009; Pak, 2019). Kardeşlenme döneminde üst gübre olarak 10 kg da⁻¹ saf azot içerecek şekilde amonyum sülfat (%21 AS) gübresi kullanılmıştır. Deneme alanında sulama yapılmamıştır. Biçim 2017 Haziran ayında yapılmıştır. Hasattan önce parseller içerisinden rastgele olacak şekilde 10 bitki belirlenerek ana sap uzunluğu (cm), ana sap kalınlığı (mm), boğum arası uzunluğu (mm), ana saptaki boğum sayısı (adet), bayrak yaprağının boyu (cm), bayrak yaprağının eni (mm) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler “Buğdaygil Yem Bitkileri Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı”na göre yapılmıştır (Anonim, 2019). Yeşil ot verimi bitkiler, çiçeklenme evresine ulaştığında, parsel uç kısımlarından birer sıra ve sıra başından 0.5 m’lik bölümler kenar tesiri olmak üzere çıkarıldıktan sonra biçilerek ve bulunan değerler kg da⁻¹’a çevrilerek bulunmuştur (Açıkgöz, 1982; Kurt, 1978; Akyıldız, 1984). Araştırmadan elde edilen iki yıllık verilere üç tekerrürlü tesadüf blokları deneme desenine göre SAS (SAS 9.3, 2013) paket programı kullanılarak varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak önemli bulunan özelliklere ilişkin ortalamalar arasındaki farklılıklar LSD testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Tek yıllık çim çeşitlerinin bitkisel özellikleri ile ilgili ortalamalar Çizelge 1’de verilmiştir.

Ana sap kalınlığı (mm)

Çizelge 1’e göre çeşitlere ait ana sap kalınlığı ortalamaları arasındaki fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur. En yüksek ana sap kalınlığı Alberto çeşidinde 3.61 mm olarak saptanırken en düşük ana sap kalınlığı Udine çeşidinde 3.00 mm olarak saptanmıştır. Tüm çeşitlere ait ana sap kalınlığı ortalaması 3.34 mm’dir. Farklı iklim özelliklerinde Darvishi (2009) tarafından yapılan çalışmada tek yıllık çimde ana sap kalınlığı 2.53-3.31 mm arasında saptanmıştır. Erbaş (2012) Yozgat’taki çalışmasında yulaf ana

sap kalınlığını 3.48 mm, Pak (2019) Isparta'daki araştırmasında 3.21 mm olarak saptamıştır. Bulgularımız araştırmacıların bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Ana sap uzunluğu (cm)

Ana sap uzunluğuna ait ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 1). En yüksek ana sap uzunluğu Rambo eşidinde 117.06 cm elde edilmiştir. Bunu 116.13 cm ile Bogueano ve 115.83 cm ile Devis eşitleri izlemiştir. En düşük ana sap uzunluğu ise Udine eşidinde 97.86 cm olarak saptanmıştır. Darvishi (2009)'un Ankara'da yaptığı çalışmada en yüksek ana sap uzunluğu 52.25 cm ile Pollanum eşidinde, en düşük ana sap uzunluğu 22 cm ile Liberta eşidinde saptamıştır. Bulgulardaki farklılığın iklim ve evre şartlarındaki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

Bayrak yaprak eni (mm)

Çizelgeden de görüldüğü gibi bayrak yaprak eni ait ortalamalar 8.46-6.43 mm arasında değişmiş ancak çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır. Rakamsal olarak en yüksek bayrak yaprak eni Pollanum çeşidinden (8.46 mm) elde edilmiştir. Bunu Alberto (7.98 mm) ve Bougeano (7.61 mm) eşitleri izlemiştir. En düşük bayrak yaprak eni ise Braulio (6.43 mm) eşidinden elde edilmiştir. Darvishi (2009)'un Ankara'da yaptığı çalışmada bayrak yaprak enini en yüksek 9.540 mm ile Pollanum eşidinde belirlenirken, en düşük bayrak yaprak enini 7.193 mm ile Efe-82 eşidinde saptamıştır. Bulgularımız araştırmacıların bulguları ile uyumaktadır.

Bayrak yaprak boyu (cm)

Çizelgeden de görüldüğü gibi bayrak yaprak boyu ait ortalamalar 25.27-20.31 cm arasında değişmiş ancak çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmamıştır. Rakamsal olarak en yüksek bayrak yaprak boyu ve Pollanum çeşidinden 25.27 cm elde edilmiştir. Bunu Excellent 24.92 cm ve Devis 24.44 cm eşitleri izlemiştir. En düşük bayrak yaprak boyu ise Udine 20.31 cm çeşidinden elde edilmiştir. Darvishi (2009)'nin yaptığı çalışmada bayrak yaprak boyunu en yüksek 20 cm ile Pollanum eşidinde belirlenirken, en düşük bayrak yaprak boyunu 14 cm ile Liberta eşidinde saptamıştır. Bulgularımız araştırmacıların bulguları ile kısmen benzerlik göstermektedir.

Çizelge 1. Tek Yıllık Çim Çeşitlerinin Bitkisel zelliklerine Ait Ortalamalar

Çeşit	ASK (mm)	ASU (cm)	BYE (mm)	BYB (cm)	BAU (cm)	ASBS (adet)
Alberto	3.61	112.43	7.98	24.33	133.77 bc	4.67 ab
Bogueano	3.33	116.13	7.61	21.50	144.77 ab	4.00 c
Braulio	3.27	109.36	6.43	21.39	146.49 ab	4.00 c
Devis	3.49	115.83	6.97	24.44	144.12 ab	4.00 c
Excellent	3.30	107.66	7.25	24.92	125.98 c	4.67 ab
Hellen	3.35	111.26	6.92	23.92	134.43 bc	4.00 c
Medoacus	3.46	113.70	6.83	21.75	151.64 a	4.00 b
Pollanum	3.37	109.73	8.46	25.27	126.00 c	5.00 a
Rambo	3.19	117.06	6.51	21.90	139.53 abc	4.33 bc
Trinova	3.33	113.76	7.50	23.08	154.64 a	4.00 c
Udine	3.00	97.86	7.12	20.31	123,15 c	4.00 c
Ortalama	3.34	111.34	7.223	22.98	138.59	4.27
VK (%)	8.54	5.83	15.01	8.79	7.21	7.35

*P≤0.05'e göre önemli

Boğum arası uzunluğu (mm)

Çizelgeden de görüldüğü gibi boğum arası uzunluğuna ait ortalamalar 125.98-154.64mm arasında değişmiş ve çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Araştırmada en yüksek boğum arası uzunluğu Udine (154.64 mm) çeşidinden elde edilmiştir. Bunu Medoacus (151.64 mm) ve Braulio (146.49 mm) çeşitleri izlemiştir. En düşük boğum arası uzunluğu ise Excellent (125.98mm) çeşidinden elde edilmiştir. Darvishi (2009)'nin yaptığı çalışmada boğum arası uzunluğu en yüksek 96.50 mm ile Pollanum çeşidinde belirlenirken, en düşük boğum arası uzunluğu 32 mm ile Liberta çeşidinde saptamıştır.

Ana sapta boğum sayısı (adet)

Çizelgeden de görüldüğü gibi ana sapta boğum sayısına ait ortalamalar 4.00-5.00adet arasında değişmiş ve çeşitler arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar bulunmuştur. Araştırmada en yüksek ana sapta boğum sayısı Pollanum (5.00 adet) çeşidinden elde edilmiştir. Bunu Alberto (4.67 adet) ve Excellent (4.67 adet) çeşitleri izlemiştir. En düşük ana sapta boğum sayısı ise 4.00 adet ile Bogueano, Braulio, Devis, Hellen, Medoacus, Trinova ve Udine çeşitlerinden elde edilmiştir.

Sonuçlar

Bu araştırma, 11 farklı tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) çeşidinin bitkisel özelliklerini belirlemek amacıyla, 2016-2017 yetiştirme sezonunda Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü deneme alanında yürütülmüştür. Araştırmadan elde edilen verilere göre, Kahramanmaraş koşullarında tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) çeşitlerinin bitkisel özellikleri bakımından bayrak yaprak uzunluğu, ana sapta boğum sayısı haricinde aralarında önemli bir farklılık olmadığı görülmüştür. Tek yıllık çim çeşitlerinde bölge koşullarına adaptasyonunun tam olarak saptanması için benzer araştırmaların birkaç yıl daha sürdürülmesi uygun olacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından finansal olarak desteklenmiştir (Proje Numarası: 2017/1-19 YLS).

Not

Bu bildiri Ziraat Yüksek Mühendisi Mustafa Nur Taşsever'in yüksek lisans tez çalışmasının bir bölümünden hazırlanmıştır.

Kaynaklar

- Açıkgoz, E. (1982). Adi Otlak Ayırığında Bazı Morfolojik ve Tarımsal Özellikler ile Çiçek Biyolojisi Üzerine Araştırmalar. A. Ü. Zir. Fak. Yayınları, 802, Bilimsel Araştırma ve İnc. 475, 62 s.
- Akyıldız, A.R. (1984). Yemler Bilgisi Laboratuvar Kılavuzu. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları, 895, Ankara.
- Anonim. (2016). KSÜ ÜSKİM Toprak Analiz Sonuçları. Kahramanmaraş.
- Anonim. (2018). Meteoroloji İşleri İl Müdürlüğü 2016 ve 2017 Yılı Raporları. Kahramanmaraş.
- Anonim. (2019). Buğdaygil Yem Bitkileri Tarımsal Değerleri Ölçme Teknik Talimatı. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler/Duyuru%20Belgeleri/2019/%C3%A7ay%C4%B1r%20mera/bu%C4%9Fdaygil%20yem%20bitkileri.pdf>. Erişim Tarihi: 19.05.2019.
- Baytekin, H., Kızılsimşek, M., & Demiroğlu, G. (2009). Çim ve Ayrık Türleri s. 561-572. Editör: R. Avcıoğlu, R. Hatipoğlu, Y. Karadağ. Yem Bitkileri Genel Bölüm Cilt III. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir.
- Darvishi, A. (2009). Bazı tek yıllık çim (*Lolium multiflorum* Lam.) çeşitlerinin morfolojik özellikleri ve yem verimleri. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 58s.
- Elçi, Ş. (2005). Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları: ISBN 975407189-6, İstanbul.

- Erbaş, Ö.D. (2012). Yulaf (*Avena sativa* L.) Genotiplerinin Tarımsal ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Bozok Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Yozgat, 100s.
- Gençkan, M.S. (1983). Yem Bitkileri Tarımı, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:467, İzmir, 519 s.
- Kurt, Ö. (1978). Orta Anadolu kıraç koşullarında bir yapay mera karışımının tohum oranları üzerinde araştırmalar. Ankara Üniv. Ziraat Fak., Doktora Tezi, Ankara, 86 s.
- Pak, M. (2019). Azotlu Gübre Dozlarının Bazı İtalyan Çimi (*Lolium multiflorum* Lam.) Çeşitlerinin Ot Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkileri. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 39s.
- SAS 9.3. (2013). SAS User Guide, Copyright © 2013, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA,

Productivity and Meat Quality of Broiler Chickens Using a Feather Feed Meal

Larisa CAISIN*, Ludmila BIVOL, Jihad Aljabar Hassan AL KHATIB

Department of Animal Resources and Food Safety, Faculty of Agricultural, Forestry and Environmental Sciences, Technical University of Moldova, bd. Ștefan cel Mare și Sfânt 168, Chișinău, Moldova, MD-2004

**Corresponding author: larisa.caisin@mpasa.utm.md*

Abstract

Poultry industry has emerged as the fastest growing segment not only in the livestock sector but also in the agriculture as a whole and the most important challenges for this direction is to enhance bird productivity while remaining economically and environmentally sustainable. One of the biggest hurdles for poultry is the high cost and variation in the quality of feed ingredients.

Dietary specifications and nutritional strategies are core for optimized poultry performance. Increasing the efficiency of broiler feeding is fundamental to sustainable poultry intensification. The potential of feed additive-based nutritional strategies dietary administration of protein organic substances is critically in the light of their role in supporting the sustainable intensification of this crucial livestock sector.

The objective of this study was to investigate the effect of feeding varying levels of feather meal as a protein source on feed intake, body weight, average daily gain, feed conversion ratio and carcass characteristics of broiler chickens.

During the research, broiler chickens "COBB-500" of one-day-old age were used and were divided into 5 groups (one control and four experimental, 20 heads per group). The chickens of the control group (CG) received basic compound feed (BC), while the experimental groups received BC with the addition of various levels of protein meal from feathers. Parameters measured were Feed Intake (FI), Body Weight (BW) and Average Daily Gain (ADG).

Keywords: body weight, broiler chickens, feather meal, feed conversion, meat quality

Introduction

Modern industrial poultry farming uses highly productive hybrid poultry for the production of eggs and meat, which makes high demands on the complete people nutrition. Sustainability approach of broiler production toward feed efficiency lies on understanding dietary formulation approach of amino acids and energy that promote optimal nutrient utilization and minimal nutrient output to environment. The growth demands and body composition changes associated with increased protein gain in current broiler's meat brought also fulfilling by the genetic progress. The main requirements for compound feed for chickens are to fully meet their needs in all nutrients, to obtain more products with high with high feed conversion. Protein sources are the second largest component of practical poultry diets. In poultry nutrition, most attention is given to protein products, due to the importance of protein as a major constituent of the biologically active compounds in the body.

Broilers have high dietary protein requirements, so identification of the optimum protein concentration in broiler diets, for either maximizing broiler performance or profit, requires more knowledge about birds' requirements for protein effects on the birds' growth performance and development. It also requires knowledge about the protein sources available that can be used in poultry diets Beski, Sleman S.M. et al. 2015.

The mainstream commercial poultry industry uses a limited number of ingredients to produce protein; they are limited in distribution and tend to be more expensive than energy sources. Legumes used in animal feed as a source of protein-soybeans, lupins, peas, vetch fodder beans are characterized by a high content of protein, fats and carbohydrates. Compared to cereals (wheat, corn, barley), legumes have two or three times more protein and amino acids, fat and fatty acids, but less carbohydrates. The

concentration of protein in the grain of legumes ranges from 20 to 40%, which determines their value as a protein feed. Soybean seed is the premier protein source used by the poultry industry Andrianova, E.N. et al. 2012, Andrianova, E.N. et al. 2013, Stele, A.L. 2012, Stele, A.L. 2015.

Increasing the efficiency of using protein from feed products depends not only on the balance of the diet in terms of the content of essential nutrients, in particular amino acids, but also on their availability. The protein source used in feed formulation influences the productive performance and the gut microbiota composition of broilers. The benefits of the selected protein on animal growth are related to their inclusion level, digestibility and amino acid profile Beski, Sleman S.M. et al. 2015.

The tightening of requirements for the use of genetically modified soybeans and its complete ban in animal feed in some EU countries stimulate interest in vegetable protein sources, and above all in other protein sources. The problem of studying the use of alternative protein sources has received increasing interest in recent years. On August 2021, Commission Regulation (EU) 2021/1372 repealing the ban on feeding non-ruminant farmed animals with animal-derived protein was published in the Official Journal of the European Union. This implies that in poultry nutrition may be used meat and bone meal (animal protein), blood products (animal protein) and insect-derived protein. This alternative makes it possible to formulate feed with these raw materials including animal protein if their price is favorable when compared to other protein sources <https://nutrinews.com/en/animal-protein-in-poultry-feed/?reload=yes?reload=yes>. The animal industries, including the poultry industry, yield by-products that are also useful sources of protein.

A significant reserve in terms of protein content is represented by feather flour, nutritive value of feathers makes it suitable and inexpensive animal and poultry feed. The main component of feather is keratin, a mechanically durable and chemically unreactive and insoluble protein, which render it difficult to be digested by most proteolytic enzymes. Keratin is resistant to enzymatic digestion by plant, animals and many known microbial proteases due to insoluble nature. Feathers having only 10% parts which is not keratin, rest 90% is resistant to degradation by common peptidases. This resistance is due to constituent amino acid composition and configuration that provide structural rigidity Mazotto A.M., et al. 2011. Feathers are hard waste products, mainly composed of hard β -keratin.

Feathers degradation through keratinolytic microorganisms has been considered as an important method for efficient bioconversion, nutritional enhancement and eco-friendliness. The conversion of the keratin contained in the waste into a form accessible for digestion and assimilation is of great importance when using animal protein and for solving environmental problems. However, feathers are currently utilized on a limited basis as a dietary protein supplement for animal feed because feather meal production is an expensive process, requiring significant amounts of energy.

In recent years, the direction of developing technologies has been actively improving and including enzymatic processing of feathers to increase the availability of its protein. One of the new feather processing technology and ecological one, based on biotechnologies and state-of-the-art physical-mechanical, is a new treatment method development by “Terafix” Ltd. This study was aimed the investigate the nutritional potentials of feather meal, which was produced by new technology and especially as it affects carcass yield and meat quality attributes of broiler chickens.

Materials and Methods

Scientific research was carried out in the Department of Management of livestock products and agri-food safety of the Technical University of Moldova. The studies were carried out in accordance with the methodology adopted when studying the issues of rearing technology, productivity, poultry health and the quality of the products obtained. To achieve the set goal and solve individual problems, standard zootechnical, biochemical and statistical research methods were used.

The material used in this study was 100 broiler chickens with mixed-sex. During growth, the chickens were fed according to the recommendations for rearing the COBB 500 cross Imangulov, I. A. et. al.

2004. The main feed for the control group included such ingredients as wheat, corn, sunflower meal, soybean meal, fishmeal, vegetable oil, premix, maluses. The main compound feed for broiler chickens was used during the rearing period in accordance with nutritional requirements Kalašnicov A., et al. 2003. The chickens were fed according to differentiated periods: starter feed (from 1 to 14 days), grower (from 15 to 35 days) and finisher. The chickens of the control group received the basic compound feed (BCF), while the experimental groups, instead of fishmeal, included different levels of feather meal (FM) in accordance with the experimental scheme (Table 1).

Table 1. Scheme of Experience

Groups	Number of heads	Feeding features
CG	20	Basic compound feed (BCF)
EG ₁	20	BCF + 1,5% feather meal
EG ₂	20	BCF + 2,5% feather meal
EG ₃	20	BCF + 3,5% feather meal
EG ₄	20	BCF + 4,5% feather meal

The experimental feed and water were supplied ad libitum. Routine vaccination and necessary medication schedule as applicable to the experimental location were administered.

Data were collected and recorded on daily basis on the feed offered, left over, feed intake and weekly basis on body weight and flock uniformity. All measurements were in grams (g) except otherwise stated. The growth parameters were estimated as follow:

Initial Weight = Weight of the experimental animals at the start of the feeding period; Average daily feed intake (ADFI) (g/bird/day) = cumulative feed intake / (number of birds x number of days);

Average daily gain (ADG) (g/bird/day) = final weight gain-initial weight/number of days:

Final Weight = Weight of the experimental $\frac{\text{Final weight} - \text{Initial weight}}{\text{No. of feeding days}}$ animals at the end of the feeding period:

After slaughter, the carcasses of broiler chickens were subjected to anatomical and morphological cutting. The organoleptic evaluation of broiler meat and meat broth was carried out by the tasting commission Imangulov, I. A. et. al. 2004.

The data obtained in the course of the research were analyzed statistically by using the method of variation statistics Plohinschi N., 1969.

Results and Discussions

Livestock growth performance can be measured through parameters of feed consumption, body weight gain and feed conversion Hafid H. 1998, Hafid, H. 2006, Hafid, H., et. al. 2010. During the experiment, the chickens of all five groups were kept and fed with the basic combined feed, depending on the age of the chickens, in accordance with the feeding norms Kalašnicov A., et al. 2003, (Table 2). In the starter period, the nutritional value of the feed in terms of the metabolic energy content varied in broiler chickens' groups from 2900.0 to 2920.0 kcal with a protein level of 21.32 to 21.44g; during the growth period, the level of metabolic energy was 2950.0 kcal, and protein from 19.38g to 19.57g and in the final period (finish) the energy concentration was 2980.0 kcal and protein from 18.02g to 18.10g.

Table 2. The structure of combined feed

Ingredients	%
Starter phase	
Corn	49,3
Wheat	12,9
Soy meal	22,2
Sunflower meal	7,1
Fish meal	1,5
Soybean oil	2,5
Premix	2.0
Chalk	2,5
Grower phase	
Corn	50.0
Wheat	15,2
Soy meal	20.0
Sunflower meal	7.0
Fish meal	1.0
Soybean oil	2,3
Premix	2
Chalk	2,5
Finisher phase	
Corn	52.0
Wheat	14,9
Soy meal	18.0
Sunflower meal	7.0
Fish meal	1.0
Soybena oil	2,3
Premix	2.0
Chalk	2,8

One of the most important indicators of the effectiveness of a feed use is the study of its effect on the growth rate of broiler chickens. According to the results of the experiment, it was found out that the dynamics of the body weight of chickens for the entire growing period, at the beginning of the experiment the weight was on average within 48.0-49.5g; in the starter period the body weight of broiler chickens was on average in the control group 287.4g and in the experimental groups the broiler's mass varied between 284.79 and 292.41g, the largest increase was observed in the second group (EG₂-162.7g).

At the end of grower phase the chicks weighed 638.53g in EG₄, with their largest mass from experimental group in EG₂ – 660.07g, while the chickens in CG weighed an average of 661.22g. At the end of the finisher phase period, the chickens of all groups that received the feed protein meal weighed in the range of 1812.5g and 1927.55g. The weight of the chickens in EG₁ was the greatest, followed by the chickens from EG₂, where the weight was 1893.75g, the broilers from CG averaged was 1869.7g, and the chickens from EG₄ weighed the least - 1812.50g. Thus, the mass of chickens in EG₁ feed feather meal in the amount of up to 1.5%, was higher than the control by 57.85g or 3.09% higher than in the control (Table 3).

Table 3. Body weight of broiler chickens, g

Groups	Periods			
	At the beginning of the experiment	Starter phase	Grower phase	Finisher phase
CG	49.0±0.93	287.0±7.37	661.2±16.12	1869.7±44.57
EG ₁	48.5±0.82	292.4±9.06	660.1±16.92	1927.5±39.20
EG ₂	49.5±0.95	292.0±7.57	652.8±16.97	1893.7±28.77
EG ₃	47.0±1.05	285.7±4.31	640.8±12.41	1819.1±36.91
EG ₄	48.0±0.92	284.8±5.33	638.5±17.58	1812.5±27.21

The meat productivity was estimated by means of a control slaughter of 3 heads from each group. The killing output was calculated according to the generally accepted formula (Table 4).

Table 4. Morpho-productive parameters of broiler chickens

Groups	Indicators	The weight of the chicken before slaughter, g	Mass of the half-eviscerated carcass, g
CG	$\bar{X} \pm S_x$	1866.67±176.39	1454.00±165.16
	S±Ss	305.505±124.75	286.061±116.81
	V±Sv	16.366±6.68	19.674±8.03
EG ₁	$\bar{X} \pm S_x$	2060.00±90.74	1620.67±94.63
	S±Ss	157.162±64.17	163.897±66.92
	V±Sv	7.629±3.11	10.113±4.13
EG ₂	$\bar{X} \pm S_x$	1864.3±43.50	1498.33±39.33
	S±Ss	75.341±30.76	68.127±27.82
	V±Sv	4.041±1.65	4.547±1.86
EG ₃	$\bar{X} \pm S_x$	1884.00±27.74	1508.33±47.18
	S±Ss	48.041±19.62	81.709±33.36
	V±Sv	2.549±1.04	5.417±2.21
EG ₄	$\bar{X} \pm S_x$	1896.67±98.38	1496.33±94.81
	S±Ss	170.391±69.58	164.214±67.05
	V±Sv	8.983±3.67	10.974±4.48

When slaughtering chickens, despite the higher carcass weight of chickens from EG₁ and EG₄, the slaughter yield in these groups was lower than in EG₂ by 1.82 and -1.58%, respectively, which indicates a higher growth rate of chickens in the second experimental group (Figure 1). Chickens slaughter showed the superiority of the broilers of the experimental groups, both in body weight before slaughter and in carcass weight and slaughter output. The best results were obtained when the chickens of the second experimental group were slaughtered.

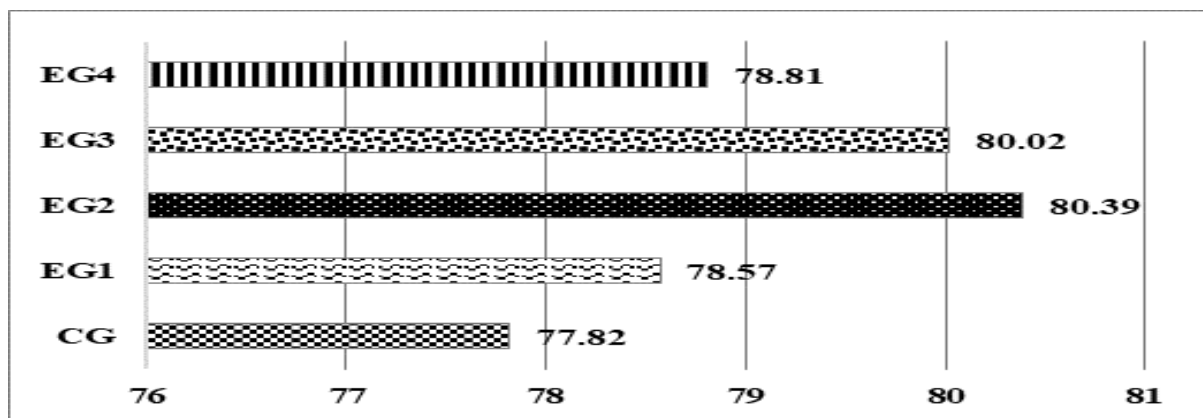


Figure 1. Slaughter yield, %

In order to establish the functional load on the internal organs of the consumed feed flour, the mass of the edible organs, in particular the liver, heart, and the muscular part of the stomach, was determined in the broiler chickens of the experimental and control groups (Table 5).

The mass of the indicated internal organs in almost all experimental groups was greater relative to the control. The established differences are due to the positive effect of the inclusion of feed feather meal in chicken feed.

Table 5. The weight of internal organs of broiler chickens

Groups	Indicators	Heart weight, g	Liver weight, g	Muscular stomach weight, g	Glandular stomach weight, g
CG	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	9.33±2.03	39.33±3.76	20.00±4.00	12.00±5.57
	S±Ss	3.512±1.43	6.506±2.66	6.928±2.83	9.643±3.94
	V±Sv	37.627±15.36	16.541±6.75	34.641±14.14	80.363±23.30
EG ₁	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	13.33±0.33	47.00±.51	21.66±4.98	29.67±13.30
	S±Ss	0.577±0.24	11.269±4.60	8.62±3.52	23.028±9.40
	V±Sv	4.330±1.77	23.977±9.79	39.792±16.25	77.625±22.51
EG ₂	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	11.00±1.73	38.33±3.18	26.66±5.61	33.00±13.05
	S±Ss	3.000±1.22	5.507±2.25	9.71±3.97	22.605±9.23
	V±Sv	27.273±11.14	14.367±5.87	36.422±14.87	68.500±19.86
EG ₃	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	11.67±0.88	37.00±3.05	20.66±2.19	16.67±2.03
	S±Ss	1.528±0.62	5.291±2.16	3.79±1.55	3.511±1.43
	V±Sv	13.093±5.35	14.301±5.84	18.319±7.48	21.071±6.11
EG ₄	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	13.00±1.15	39.67±6.23	27.66±4.37	19.00±6.11
	S±Ss	2.000±0.82	10.785±4.40	7.57±3.09	10.583±4.32
	V±Sv	15.385±6.28	27.191±11.10	27.368±11.17	55.700±16.15

* $P < 0.1$

The absolute chicken's liver weight in the CG was 1.17 times lower compared to the EG₁, but higher than in EG₂ 1.15 times, in EG₃ 1.36. The mass of the heart and muscular stomach in the groups did not differ significantly.

The meat qualities of broilers are characterized mainly by the degree of development of the pectoral and femoral muscles, which determines the consumer qualities of carcasses. Recently, lean meat of farm animals, including poultry, has been in the greatest market demand. Reducing the level of fat in broiler meat improves its technological characteristics when processed into minced meat and meat semi-

finished products Tutelyan V. A., et. al. 2008. This trend was revealed in the analysis of chicken meat of the 4th and 5th experimental groups.

According to the results of the chemical analysis of poultry meat, it was found out that in those groups where the chickens received feather protein supplement as part of the compound feed, a higher moisture content, a higher protein content were observed, and the amount of fat in the meat in EG₁, EG₂, EG₃ and EG₄ was less in comparison with the control by 0.55%, 0.36%, 0.74% and 0.18%, respectively (Table 6).

The largest amount of protein in the meat of broiler chickens was found in the second experimental group, where the additive was used at a dose of 2.5%. According to this indicator, chickens from the first, third and fourth experimental groups were somewhat inferior to them.

Table 6. Chemical analysis of the broiler chicken's meat of cross Cobb-500

Indicators	Experimental groups				
	CG	EG ₁	EG ₂	EG ₃	EG ₄
Dry substance, %	24.01	23.28	23.67	23.05	22.55
Crude protein, %	18.95	17.94	20.94	20.45	19.39
Crude fat, %	2.69	2.03	2.17	2.11	2.07
Crude ash, %	1.10	1.05	1.03	1.02	1.01
Water retention capacity, %	2.38	2.70	2,37	2.82	2.73
Color intensity, un.	94.17	70.33	68.33	45.00	69.17

It should be noted that difference was also established between the first and fourth experimental groups in favor of the first group. With an increase in the dose of feed feather meal, the protein content in meat decreases, but remains significantly higher than in the meat of chickens from the control group.

The difference found on moisture and protein content in breast meat can be explained by the slow growth rate of the chickens, higher moisture and lower protein content has been reported in fast growing commercial broilers. Reference Muller, S.K. 2018 reported high moisture and low CP content (g/kg) in fast-growing commercial broilers (Ross PM3) than traditional dual-purpose breeds.

Differences in the biochemical processes involved in metabolism between fast and slow growing birds can affect meat composition. The values of humidity and CP content in the breast were in the range specified in Dalle, Z.A., et al 2020, for commercial broilers (Figure 2).

The high content of ethereal extract (EE) in the meat of the breed's breast is consistent with data Choo, Y.-K., et al 2014, which noted a higher fat content in broilers than in traditional dual-purpose breeds. The low EE content and high CP content in chicken breast is an important observation regarding meat quality.

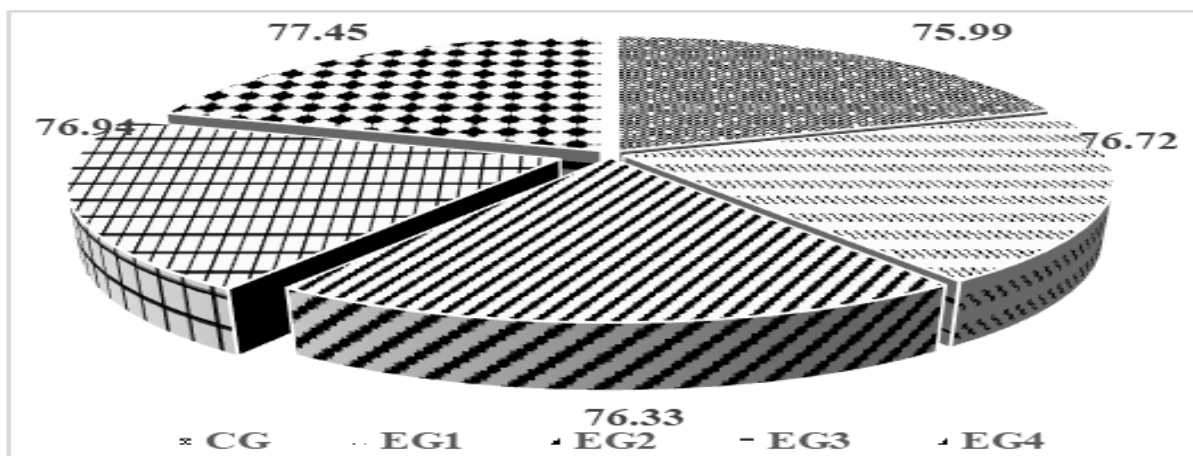


Figure 2. Total humidity of the broiler chicken's meat of cross Cobb-500, %

An important role in assessing the quality of meat belongs to organoleptic indicators-appearance, color, taste, smell and texture. The organoleptic properties of meat are determined by genetic factors (species, breed, phenotype, genotype, type of muscle tissue, etc.); technological factors (microclimate, nutrition, feed composition, weight and age at slaughter, transportation and slaughter conditions), post-slaughter carcass processing (storage temperature, shelf life); culinary factors (method of cooking meat).

The organoleptic evaluation of the broth indicators was carried out according to several indicators, according to color, transparency, taste, aroma, smell and saturation. It was found out that there were no significant differences in organoleptic properties between meat and broth samples in all five experimental groups; according to the results of the points scored, the taste of poultry broth in EG₃ turned out to be the best, followed by EG₁ and EG₄.

Table 7. Organoleptic indicators of meat and broth

Indicators	Groups				
	CG	EG ₁	EG ₂	EG ₃	EG ₄
Broth evaluation					
Colour / Transparency	8.00	8.67	8.33	8.72	8.44
Taste	8.33	8.33	8.33	8.33	8.22
Aroma / Smell	7.56	8.78	8.22	8.76	8.39
Saturation	8.11	8.48	8.22	8.58	8.44
Total	32.00	34.26	33.10	34.39	33.49
Meat taste evaluation					
Type	8.13	8.75	8.31	8.25	8.50
Aroma / Smell	8.25	8.75	8.50	8.44	8.50
Taste	8.00	8.75	8.56	8.75	8.75
Tenderness	8.00	8.75	8.44	8.60	7.75
Juiciness	8.25	8.63	8.50	8.33	8.00
The number of points	40,63	43,63	42,31	42,37	41,5

The meat was judged by taste, smell/aroma, tenderness and juiciness. Chick pectoral muscle samples of EG₁ (pleasant color and uniformity, combined with rich aroma) were highly rated for meat quality, followed by meat samples from EG₃, followed by meat samples from EG₂ (Table 7).

Conclusion

It can be concluded that feather meal is an excellent source of high-quality protein. The easy availability of raw materials for the production of this coma and cost-effective processing methods may make it the most promising protein-rich poultry feed. Considering the price, the effective use of feather meal can certainly increase the amount of meat; therefore, a cost-effective protein-rich feed ingredient.

Acknowledgment

The authors would like to express their deepest gratitude to TUBITAC (Turkey) for providing the research budget and also to our partner Yozgat Bozok University (Turkey), Dean of the Faculty of Agriculture and Natural Sciences Prof., Dr. Yavuz Gürbüz for the opportunity to implement research under the bilateral project “Innovative Strategies for Improving the Biological Effectiveness o (Some Unused and Environmentally Polluting Wastes and Developing Them as Poultry Alternative Feed and Additive”, contract № 21.80013.8007.3B.

References

- Andrianova, E.N. (2012) White lupine in compound feed enriched with enzymes when growing broilers / E.N. Andrianova, V.K. Zevakova, N.V. Medvedev // Reports of TSHA, issue 1.- part 1.- M., Publishing house RGAU- MSHA. - 639 p.
- Andrianova, E.N. (2013) The use of compound feed with lupine for broiler chickens / E.N. Andrianova, V. Terekhov, A. Stele // Farm Animals. - No. 2.- p. 76- 78.
- Beski, Sleman S.M. Swick, Robert A., Iji Paul A. (2015) Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*. Volume 1, Issue 2, p. 47-53.
- Choo, Y.-K., et al The Growth Performance, Carcass Characteristics, and Meat Quality of Egg-Type Male (2014) Growing Chicken and White-Mini Broiler in Comparison with Commercial Broiler (Ross 308). *Korean Journal of Food Science of Animal Resources*, 34, p. 622-629.
- Dalle, Z.A., et al (2020) Effect of Chicken Genotype and White Striping-Wooden Breast Condition on Breast Meat Proximate Composition and Amino Acid Profile: Research Note. *Poultry Science*, 99, p. 1797-1803. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.10.27>.
- Hafid H. (1998) Kinerja produksi sapi Australian Commercial Cross yang dipelihara secara feedlot dengan kondisi bakalan dan lama penggemukan berbeda [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Hafid, H. dan R Priyanto. (2006) Pertumbuhan dan distribusi potongan komersial karkas sapi australian commercial cross dan brahman cross hasil penggemukan. *Media Peternakan* 29 (2), p. 63 – 69.
- Hafid, H., R.E. Gurnadi, R. Priyanto, and A. Saefuddin. (2010) Identifications of carcass characteristics for estimating the composition of the beef carcass. *J.Indonesian Trop.Anim.Agric.* 35(1). - p. 22-26.
- Imangulov, I. A. Egorov, Okolelova T. M. and others. (2004) Methods for conducting scientific and industrial research on feeding poultry: recommendations / Sh. A.- Sergiev Posad: VNITIP. - 36 p.
- Kalaşnicov A., et al. (2003) *Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных*. - М. ISBN, 455 с.
- Mazotto AM, Rodrigues CRR, Cedrola SML, Fábio de Lima M, Couri Sonia, De Souza EP, Vermelho AB. (2011) Keratinase production by three *Bacillus* sp. using feather meal and whole feather as substrate in a submerged fermentation. *Enzyme research*. 523780, 7 doi:10.4061/2011/523780.
- Muller, S.K. (2018) Meat and Egg Production with Dual-Purpose Poultry: Biological Background, Feed Requirements and Efficiency, Meat and Egg Quality. Ph.D. Dissertation, ETH Zurich Research College, Zurich.
- Plohinschi N. (1969) *Rucovodstvo po biometrii dlea zootehnicov*. M. Kolos, 256 p.
- REGULATIONS COMMISSION REGULATION (EU) 2021/1372 of 17 August 2021 amending Annex IV to Regulation (EC) No 999/2001 of the European Parliament and of the Council as regards the prohibition to feed non-ruminant farmed animals, other than fur animals, with protein derived from animals. Official Journal of the European Union. 18.8.2021. <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R1372&from=EN>, visit 22.10.2022.

- Stele, A.L. (2012) Biological and nutritional value of white lupine grain as a source of feed for poultry /A.L. Stele // Mater. Vseross. scientific-practical. Conference "Biologization of the adaptive-landscape system of agriculture-the basis for increasing soil fertility, increasing the productivity of crops and preserving the environment." - Belgorod: Publishing House "Otchii Dom". -T.1.-p.p. 339-344.
- Stele, A.L. (2015) The main factors of the use of leguminous crops in poultry feeding / Poultry farming. - No. 2.- p. 25-30.
- Tutelyan V. A., Sukhanov B. P. (2008) Modern approaches to ensuring the quality and safety of biologically active food additives // Mosk. Pharmacies, No. 4. – p. 5–6
<https://nutrinenews.com/en/animal-protein-in-poultry-feed/?reload=yes?reload=yes>, visit 22.10.2022.

Diyarbakır Koşullarında Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi

Mehmet Can DİKİCİ^{1*}, Mehmet Ali BOZKURT²

¹GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü, Diyarbakır, Türkiye, Yüzüncü

²Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Van, Türkiye

*Sorumlu yazar: mehmetcan.dikici@tarimorman.gov.tr

Öz

Bu çalışmanın amacı, Diyarbakır ili kurak koşullarında yakamoz buğday çeşidinin azotlu ve fosforlu gübre ihtiyacının belirlenmesidir. Tarla denemesi Diyarbakır ili Silvan İlçesi çiftçi şartlarında tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür. Azotlu gübre 0, 4, 8 ve 12 kg N/da fosforlu gübre 0, 5 ve 10 kg P₂O₅/da dozlarında uygulanmıştır. Denemede azotlu gübre amonyum sülfat (%21 N) ve fosforlu gübre triple süper fosfat (%42-44 P₂O₅) formlarında uygulanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, artan azot dozları biyolojik verim, tane verimi, sap verimi, bitki boyu, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı, hasat indeksi, hektolitre ağırlığı, tane protein oranı ve protein verimini önemli düzeyde artırmış, fakat bin tane ağırlığına olan etkisi önemli bulunmamıştır. Artan fosfor dozları, biyolojik verim, sap verimi ve bitki boyunu önemli düzeyde etkilemiştir. Bu sonuçlara göre, Diyarbakır kuru koşullarında verim ve verim kriterleri birlikte düşünüldüğünde, yakamoz buğday çeşidi için 8 kg N/da ve 5 kg P₂O₅/da dozlarının uygun olduğu belirlenmiştir. Bu gübre dozlarının uygulanması durumunda 524 kg/da tane verimi ve 865 kg/da sap verimi elde edilebileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Diyarbakır, buğday, gübreleme, azot, fosfor, verim

The Determination of Nitrogen and Phosphorus Fertilizer Requirement of Wheat in Diyarbakır Conditions

Abstract

The aim of this study is to determine the nitrogen and phosphorus fertilizer needs of Yakamoz wheat variety in the arid conditions of Diyarbakır province. The field experiment was carried out in the farmer conditions of Diyarbakır province in randomized blocks according to the factorial experiment design with 3 replications. Nitrogen fertilizer was applied at doses of 0, 4, 8 and 12 kg N/da and phosphorus fertilizer at doses of 0, 5 and 10 kg P₂O₅/da. In the experiment, nitrogen fertilizer was applied in ammonium sulfate (21%) and phosphorus fertilizer in triple super phosphate (42-44 P₂O₅) forms. According to the results of the research, increasing nitrogen doses significantly increased biological yield, grain yield, stem yield, plant height, ear number per square meter, grain number per ear, harvest index, hectoliter weight, grain protein ratio and protein yield, but the effect of nitrogen fertilization on thousand grain weight was not found significant. Increasing phosphorus doses significantly affected biological yield, stem yield and plant height. According to these results, when yield and yield criteria are considered together in Diyarbakır dry conditions, 8 kg N/da and 5 kg P₂O₅/da doses were determined to be appropriate for Yakamoz wheat variety. It has been determined that 524 kg/da grain yield and 865 kg/da straw yield can be obtained in case of application of these fertilizer doses.

Keywords: Diyarbakır, Wheat, Fertilization, nitrogen, phosphorus, yield

Giriş

Dünya genelinde ana gıda maddesi olarak tüketilen buğday, insan beslenmesinde ihtiyaç duyulan karbonhidratların karşılanmasında birinci sırada başvurulan bir tarım ürünüdür. Sınırlı olan tarım alanlarımızda nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak için buğday verimini artırmak oldukça önemlidir. Buğday sadece karbonhidrat kaynağı olarak değil aynı zamanda tanelerinden elde edilen gıda türevleri insan beslenmesinde, sapsuları da hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Ülkemizde tarım arazilerinin son sınırına gelmiş olması ve bir kısmının da tarım dışı amaçlarla kullanılması bitkisel üretimi azaltan

önemli faktörler olarak görülmektedir. Yörenin iklim ve toprak şartlarına uygun çeşit seçimi, hastalık/zararlılarla mücadele tedbirleri ve doğru miktar/çeşitte gübreleme ile birim alandan elde edilen ürün miktarı artırılabilir. Buğday, tek yıllık bir bitki olmakla beraber hemen hemen her türlü iklim ve toprak koşullarında yetişebilecek çok sayıda çeşitleri bulunmaktadır. Buğday dünyada ve Türkiye’de en çok üretilen tarım ürünüdür. Tarım ve Orman Bakanlığı verilerine göre, 2020 yılında ülkemizde buğday üretimi 20.5 milyon ton ve dekara verim 296 kg/da’dır (Anonim, 2018a).

Çizelge 1. Türkiye’de 2010-2017 yıllarında buğday ekim alanı, üretim ve verimleri

Yıllar	Ekilen Alan (Dekar)		Üretim (Ton)		(Kg/da)
	Toplam Tahıl	Buğday	Toplam Tahıl	Buğday	Verim
2010	121 002 714	81 034 000	32 772 550	19 674 000	243
2011	119 034 352	80 960 000	35 202 073	21 800 000	269
2012	112 933 013	75 296 394	33 377 430	20 100 000	267
2013	115 403 221	77 726 000	37 489 268	22 050 000	284
2014	117 265 268	79 192 084	32 714 157	19 000 000	240
2015	117 132 230	78 668 874	38 637 138	22 600 000	287
2016	114 652 688	76 719 448	35 281 164	20 600 000	269
2017	111 080 325	76 688 785	36 132 767	21 500 000	280

Anonim, 2018a.

2017 yılı itibari ile toplam tahıl alanı içerisinde, buğday ekim alanlarının payı % 69, buğday üretiminin toplam tahıl üretimindeki payı ise % 60 civarındadır (Çizelge 1).

Farklı ülkelerde yapılan araştırmalarda, gübrelemenin ürün artışındaki payının yaklaşık %60 civarında olduğu belirlenmiştir. Ülkemizde ekim alanı ve üretim olarak birinci sırada yer alan buğdayda gübrelemenin etkisi konusunda pek çok araştırma yapılmıştır. Buğday bitkisinin gübre ihtiyacı, toprak ve iklim şartlarına göre değişebildiği gibi, yetiştirilen buğday çeşidine göre de değişmektedir (Kaplan-Evlice ve ark., 2008; Şimşek, 2012; Atar ve ark., 2017). Bu konuda yapılan araştırmalar buğday bitkisinin, azotlu ve fosforlu gübre ihtiyacının her bir yöre için ve kullanılan bitki çeşidine göre ayrı ayrı belirlenmesi ihtiyacını ortaya koymaktadır. Aydoğan-Çıfci ve Doğan (2013) tarafından, Bursa ekolojik koşullarında 2 farklı buğday çeşidi ile iki yıl süre ile yapılan araştırmada, Gediz-75 buğday çeşidi için uygun azot dozunun 16 kg/da, Flamura -85 çeşidi için ise uygun azot dozunun 17 kg/da olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Diyarbakır’ da 2011-2017 yıllarında buğday üretim miktarı (ton)

Yıllar	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Buğday (ton)	1.113.989	1.042.182	1.248.686	1 076.609	1.192.796	1.151.524	1.129.383

Anonim, 2018b.

Buğday 2017 verilerine göre Güneydoğu Anadolu bölgemizdeki en büyük illerimizden biri olan Diyarbakır’da en çok ekilen tarım ürünüdür. Buğday ekim alanı 3.5 milyon dekar, üretimi ise 1,1 milyon ton (Çizelge 2) olurken buğday verimi ise 320 kg civarındadır. Bu verim Türkiye ortalamasının bile üstündedir (Bayar, 2017).

Beslenmede ihtiyaç duyduğumuz karbonhidratların karşılanması için ilk sırada başvurulacak bir tarım ürünü olan buğdayın da beslenmeye ihtiyacı vardır. Buğday bitkisi besin ihtiyacını topraktan karşıladığından, topraklarda bulunan alınabilir besin elementlerinin yeter düzeyde olması istenir fakat ülke topraklarımız azot ve fosfor açısından yeter düzeyde değildir. Buğdayların azotlu ve fosforlu gübrelemesi sonucu birim alandan alınan verimlerin artmasına neden olur fakat birim alandan alınan verimi artırmada gübrelemenin yanında gübrelerin dengeli ve etkili kullanımı da önemlidir.

Çizelge 3. Türkiye’de 2011-2017 yıllarında kimyasal gübre kullanımı

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Toplam Kullanılan Gübre (Ton)	9 074	10 148	11 415	10 694	10 777	13 925	13 089
Azotlu (%21 N)	5 995	6 817	7 542	7 107	7 077	9 028	8 401
Fosforlu (%17 P₂O₅)	2 882	3 129	3 662	3 353	3 437	4 660	4 438
Potashlı (%50 K₂O)	196	202	211	234	263	236	249
	512	466	410	333	197	623	891

Anonim, 2018c.

Kimyasal gübre tüketimi; 2011 yılında yaklaşık 9 milyon ton, 2017 yılında 13 milyon tona yükselmiştir (Çizelge 3). Ülkemizde gübre tüketimi en fazla buğdayda olmaktadır. Yapılan hesaplamalar ülkemizde tüketilen toplam gübre miktarının yaklaşık %38’inin buğday tarımında kullanıldığını göstermektedir (Kacar ve Katkat, 1999).

Bununla birlikte Türkiye buğday üretiminde 2017 yılı verilerine göre Diyarbakır ilinin payı %5.3’tür. Diyarbakır’da buğday bitkisi için azotlu gübreleme konusunda bazı araştırmalar yapılmıştır (Kızılgeçi ve ark., 2016). Yakut (2011) Diyarbakır’da sulu şartlarda yürüttüğü tarla denemesinde azotlu gübrenin uygun verilme zamanını belirlemeye çalışmıştır. Araştırmacı farklı buğday genotipleri için uygun azot verilme zamanlarının yarısı ekimle yarısı kardeşlenme döneminde, 2/3 ekimle 1/3 kardeşlenme döneminde veya tamamı ekimle birlikte olabileceğini belirlemiştir.

Diyarbakır ilinde buğdayın gübrenmesi hakkında çeşitli araştırmalar yapılmakla birlikte, Yakamoz buğday çeşidinin gübre ihtiyacının belirlenmesine yönelik araştırma yapılmamıştır. Diyarbakır ili Silvan ilçesinde son yıllarda üretimi en yaygın yapılan buğday çeşitlerinin arasında Yakamoz buğday çeşididir. Bu araştırmanın amacı Diyarbakır ili Silvan ilçesi kuru şartlarında Yakamoz buğday çeşidi için uygulanması gerekli azotlu ve fosforlu gübre miktarlarının belirlenmesidir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Denemede bitki çeşidi olarak Yakamoz buğday çeşidi kullanılmıştır. Yakamoz beyaz ekmeklik buğday çeşidi olup, sağlam yapılı, verim kapasitesi ve potansiyeli yüksek, kılçıklı ve erkenci bir çeşittir. Kuraklığa ve soğuğa orta yatmaya ise dayanıklıdır. Kardeşlenmesi yüksek, boyu 119 cm’dir. Sarı pasa ve kahverengi pasa orta, septoria hastalığına karşı ise oldukça dayanıklıdır.

Bu denemede, azot kaynağı olarak amonyum sülfat (% 21N) gübresi, fosfor kaynağı olarak triple süper fosfat gübresi (%42-44 P₂O₅) kullanılmıştır.

Araştırma yerinin konumu ve toprak özellikleri

Bu tarla denemesi 2017/18 üretim sezonunda Diyarbakır’ın Silvan ilçesinde, ilçeye 12 km uzaklıkta bulunan Güçlü köyünde çiftçi tarlasında yürütülmüştür.

Çizelge 4. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özellikleri	
Su ile Doygunluk, %	72
Tekstür	Killi
Toplam Tuz, %	0,13
pH	7,36
CaCO ₃ , %	3,16
Organik Madde, %	1,63
Yarayışlı P, mg/kg	7,4
Değişebilir K, mg/kg	123
DTPA-Fe, mg/kg	2,83
DTPA-Mn, mg/kg	1,54
DTPA-Zn, mg/kg	0,28
DTPA-Cu, mg/kg	0,56

Deneme alanındaki toprağa ait analizler GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü ve Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Laboratuvarında yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre deneme toprağı killi bünyeli, tuzsuz, hafif alkali reaksiyonlu, kireçli, organik madde, yarayışlı fosfor ve Zn miktarı düşük seviyede, değişebilir K, Fe ve Cu miktarlarının ise yeterli düzeyde bulunmuştur.

Araştırma yerinin iklim özellikleri

Çizelge 5. Diyarbakır ilinin 2017-2018 ekim sezonu ile uzun yıllar ortalamasına ait aylık iklim verileri.

	Yağış Miktarı (mm)		Ortalama Sıcaklık (°C)	
	2017-2018	Uzun Yıllar	2017-2018	Uzun Yıllar
Eylül	0	3.9	16.6	24.9
Ekim	22.2	31.7	17.2	17.3
Kasım	21.2	53.8	10.0	9.5
Aralık	12.8	70.1	5.8	3.9
Ocak	86.6	70.1	5.2	1.6
Şubat	86.4	67.8	7.6	3.6
Mart	11.6	65.7	12.4	8.3
Nisan	48.8	68.5	15.9	13.8
Mayıs	157.8	42.8	19.4	19.2
Haziran	14.4	8.0	26.6	26.2
Temmuz	0	0.7	31.2	31.1
Ağustos	0	0.4	31.5	30.4
Top./Ort.	462.7	483.5	17.8	15.8

Kaynak: Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü, 2018.

Yöntem

Bu tarla denemesi, 17 Kasım 2017’de Diyarbakır’ın Silvan ilçesinde çiftçi tarlasında tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yürütülmüş araştırmada azotlu ve fosforlu gübrelerin artan dozları denenmiştir. Azotlu gübre 0, 4, 8 ve 12 kg/da N dozlarında amonyum sülfat gübresi (% 21N), fosforlu gübre 0, 5 ve 10 kg/da P₂O₅ dozlarında triple süper fosfat gübresi (%42-44 P₂O₅) kullanılarak uygulanmıştır. Fosforlu gübrenin tamamı ekimle birlikte banda, azotlu gübrenin yarısı ekimle kalanı kardeşlenme döneminde uygulanmıştır. Parsel büyüklüğü 25 m² (2.5 m X 10 m) olarak hazırlanmış ve denemede parseller arası 1 m ve bloklar arası 2 m yol bırakılmıştır. Parsellerimiz 4 azot ve 3 fosfor dozu ile üç tekrarlı olmak üzere toplamda 36 parseldir. Hasat 9 Haziran 2018’ de yapılmıştır.

Bulgular

Biyolojik verim (kg/da)

Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelerin biyolojik verime etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 6'da ortalama biyolojik verim değerleri ise Çizelge 7'de verilmiştir. Artan azot dozlarının yakamoz buğday çeşidinde biyolojik verime etkisi $P<0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, fosfor dozlarının etkisi $P<0.01$ düzeyinde bulunmuştur. Azot x fosfor interaksyonun biyolojik verime etkisi istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelerin verim ve verim kriterlerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Biyolojik Verim			Tane Verimi		Sap Verimi		Bitki Boyu	
	S.D.	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Azot Dozları (N)	3	579165.7	51.6***	75782.3	43.2***	238247.4	47.6***	187.0	20.1***
Fosfor Dozları (P)	2	64521.3	5.74**	5074.1	2.89 ^{öd.}	34353.6	6.86**	61.4	6.6**
NxP İnteraksiyon	6	14699.8	1.31 ^{öd.}	2828.6	1.61 ^{öd.}	5385.5	1.08 ^{öd.}	13.0	1.4 ^{öd.}
Bloklar	2	3687.3	0.33 ^{öd.}	42.2	0.02 ^{öd.}	4257.3	0.85 ^{öd.}	48.0	5.2*
Hata	22	11233.8	-	1755.8	-	5004.4	-	9.3	-
Genel	35	-	-	-	-	-	-	-	-

Öd: önemli değil, *: 0.05 düzeyinde önemli, **: 0.01 düzeyinde önemli, ***: 0.001 düzeyinde önemli.

Çizelge 7. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *biyolojik verime* etkisi (kg/da)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	676	765	808	750 c
4	943	1177	1184	1101 b
8	1190	1389	1373	1317 a
12	1271	1260	1221	1251 a
Ortalama	1020 b	1148 a	1147 a	

a, b, c: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ($P<0.05$).

Gübrelerin 8 kg/da azot dozuna kadar artırılması, yakamoz buğday çeşidinin biyolojik veriminde önemli bir artışa neden olmuştur. En yüksek biyolojik verim 8 kg/da azot dozunda 1317 kg olarak elde edilmiştir. Azot dozunun 12 kg/da çıkarılması ile elde edilen biyolojik verim, 8 kg/da azot dozuna göre bir miktar düşmesine rağmen iki azot dozunda elde edilen biyolojik verimler arasında istatistiksel olarak önemli bir fark görülmemiştir. Dekara 0, 5 ve 10 kg P₂O₅ uygulamaları ile biyolojik verim sırasıyla 1020 kg, 1148 kg ve 1147 kg olarak belirlenmiştir. En yüksek biyolojik verim 1148 kg ile 5 kg P₂O₅ dozunda elde edilmiştir. Dekara 5 kg'dan daha fazla fosfor uygulaması biyolojik verimde önemli bir artışa neden olmamıştır. Biyolojik verim değeri için azot x fosfor dozu interaksyonu önemli bulunmamıştır (Çizelge 7).

Tane verimi (kg/da)

Silvan'da yağmura dayalı kuru şartlarda yürütülen tarla denemesinde tane verimine azot dozlarının etkisi $P<0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, fosforlu gübre dozları ve azot x fosfor dozu interaksyonunun etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 8. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *tane verimine* etkisi (kg/da)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	274	320	302	299 c
4	351	436	435	407 b
8	467	524	521	504 a
12	503	473	456	477 a
Ortalama	399	438	429	

a, b, c: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ($P<0.05$).

Dekara 0, 4, 8 ve 12 kg azot verilmesiyle tane verimi sırasıyla 299 kg, 407 kg, 504 kg ve 477 kg/da olarak belirlenmiştir. En yüksek tane verimi 8 kg/da azot dozunda belirlenirken, 8 kg ve 12 kg N dozlarında elde edilen tane verimleri arasında fark önemli bulunmamıştır. Dekara 0, 5 ve 10 kg fosfor uygulamasıyla tane verimleri sırasıyla 399 kg/da, 438 kg/da ve 429 kg/da olmuştur. Farklı fosforlu gübre dozları tane veriminde istatistiksel olarak önemli bir artışa neden olmamıştır. Azot x fosfor dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 8).

Sap verimi (kg/da)

Çalışmada azotlu ve fosforlu gübrelerin sap verimine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Yakamoz buğday çeşidinde artan azot dozlarının sap verimine etkisi $P<0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, fosfor dozlarının etkisi $P<0.01$ düzeyinde bulunmuş olup, azot x fosfor dozu interaksyonu önemli bulunmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 9. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *sap verimine* etkisi (kg/da)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	402	444	506	451 c
4	593	741	748	694 b
8	723	865	853	814 a
12	768	788	765	774 a
Ortalama	622 b	710 a	718 a	

a, b, c: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ($P<0.05$).

Azot dozlarının dekara 0, 4, 8 ve 12 kg uygulamaları ile sap verimi sırasıyla 451 kg, 694 kg, 814 kg ve 774 kg/da olarak belirlenmiştir. En yüksek sap verimi 8 kg/da azot dozunda belirlenirken, 8 kg ve 12 kg N dozlarında elde edilen sap verimleri arasında fark önemli bulunmamıştır. Dekara 5 P₂O₅/da düzeyinde verilen fosforlu gübre sap verimini kontrole göre önemli miktarda artırmış, 5 kg ve 10 kg P₂O₅ dozlarında elde edilen sap verimleri arasında fark önemli bulunmamıştır. Azot x fosfor dozu interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 9).

Bitki boyu (cm)

Denemede azot dozlarının bitki boyuna etkisi $P<0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, fosfor dozlarının etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Azot x fosfor dozu interaksyonu etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 10. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *bitki boyuna* etkisi (cm)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	80	82	80	81 c
4	84	89	88	87 b
8	85	93	92	91 a
12	89	89	93	91 a
Ortalama	85 b	89 a	89 a	

a, b, c: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ($P<0.05$).

Azot dozlarının dekara 0, 4, 8 ve 12 kg uygulamaları ile bitki boyu sırasıyla 81 cm, 87 cm, 91 cm ve 91 cm düzeyine ulaşmıştır. Dekara 8 kg'a kadar azot uygulamasının artırılması bitki boyunda artışlara neden olmuş, fakat 12 kg/da azot dozu uygulaması durumlarında bitki boyunda herhangi bir artışa neden olmamıştır. Artan oranlarda fosforlu gübre uygulamaları kontrole göre bitki boyunu artırmış fakat 5 kg/da ve 10 kg/da fosfor dozları bitki boyunda değişime neden olmamıştır. Azot x fosfor dozu interaksyonu, istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 10).

Metrekarede başak sayısı (başak/m²)

Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelerin metrekarede başak sayısına etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 11'de ortalama metrekarede başak sayısı değerleri ise Çizelge 12'de verilmiştir.

Çizelge 11. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelerin *m²'de başak sayısı, başakta tane sayısı, bin tane ağırlığı ve hasat indeksine etkisine* ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	S.D	m ² 'de Başak Sayısı		Başakta Tane Sayısı		Bin Tane Ağırlığı		Hasat İndeksi	
		K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri	K. O.	F Değeri
Azot Dozları (N)	3	5838.3	6.07**	58.4	6.07**	1.4	0.50 ^{öd.}	15.0	3.07*
Fosfor Dozları (P)	2	823.7	0.86 ^{öd.}	8.2	0.86 ^{öd.}	2.9	1.08 ^{öd.}	9.6	1.96 ^{öd.}
NxP İnteraksiyon	6	715.5	0.74 ^{öd.}	7.1	0.74 ^{öd.}	2.4	0.91 ^{öd.}	5.5	1.12 ^{öd.}
Bloklar	2	391.4	0.41 ^{öd.}	3.9	0.41 ^{öd.}	15.7	5.84**	5.8	1.20 ^{öd.}
Hata	22	962.3	-	9.6	-	2.7	-	4.9	-
Genel	35	-	-	-	-	-	-	-	-

öd: önemli değil, *: 0.05 düzeyinde önemli, **: 0.01 düzeyinde önemli.

Tarla denemesinde metrekarede başak sayısına artan azot dozlarının etkisi $P<0.01$ düzeyinde önemli bulunurken, fosfor dozlarının ve azot x fosfor dozu interaksyonunun etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 11).

Çizelge 12. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *metrekarede başak sayısına* etkisi (başak/m²)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	323	332	306	320 b
4	354	343	369	355 a
8	369	368	408	382 a
12	361	349	372	361 a
Ortalama	352	348	364	

a, b : Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir (P<0.05).

Azot dozlarının 0, 4, 8 ve 12 kg/da uygulamaları ile metrekarede başak sayısı sırasıyla 320 başak, 355 başak, 382 başak ve 361 başak olarak belirlenmiştir. Denemede 8 kg/da dozuna kadar başak sayısında bir artış görülmüş, ancak 4, 8 ve 12 kg/da azot uygulamalarının başak sayılarında meydana getirdiği değişiklik istatistiksel olarak önemli olmamıştır. Artan oranlarda fosforlu gübre dozları metrekarede başak sayısında artış sağlamışsa da bu artış istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. Azot x fosfor dozu etkisi, istatistiki olarak önemli bulunmamış (Çizelge 12).

Başakta tane sayısı (adet)

Tarla denemesinde azot dozlarının başakta tane sayısına etkisi P<0.01 düzeyinde önemli bulunurken, fosforlu gübre dozları ve azot x fosfor dozu etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 11).

Çizelge 13. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *başakta tane sayısına* etkisi (adet)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	32.3	33.2	30.6	32.0 b
4	35.4	34.3	36.9	35.5 a
8	36.9	36.8	40.8	38.2 a
12	36.1	34.9	37.2	36.1 a
Ortalama	35.2	34.8	36.4	

a, b : Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir (P<0.05).

Denemede dekara 0, 4, 8 ve 12 kg N uygulamaları ile başakta tane sayısı sırasıyla 32 adet, 35.5 adet, 38.2 adet ve 36.1 adet olarak belirlenmiştir. Başakta tane sayısı en fazla 8 kg/da azot dozunda belirlenirken, 4 kg, 8 kg ve 12 kg N dozlarında elde edilen başakta tane sayısı arasında fark önemli bulunmamıştır. Artan oranlarda fosforlu gübre dozları başakta tane sayısını etkilemiş olsa da, başakta tane sayısındaki değişim önemli bulunmamıştır. Başakta tane sayısı en fazla 10 kg/da fosfor uygulamasında 36.4 adet olarak elde edilmiştir. Azot x fosfor dozu etkisi, istatistiki olarak önemli bulunmamış (Çizelge 13).

Bin tane ağırlığı (g)

Çalışmada bin tane ağırlığına artan azot, fosfor dozları ve azot x fosfor dozu etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 11).

Çizelge 14. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *bin tane ağırlığına* etkisi (g)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	36.4	37.6	34.7	36.2
4	35.8	36.8	36.4	36.3
8	35.9	36.8	37.0	36.6
12	36.5	35.7	34.8	35.7
Ortalama	36.2	37.0	35.7	

Azot dozlarının dekara 0, 4, 8 ve 12 kg uygulamaları ile bin tane ağırlığını sırasıyla 36.2 g, 36.3 g, 36.6 g ve 35.7 g olarak belirlenmiştir. En yüksek bin tane ağırlığı 36.6 g olarak 8 kg N dozunda belirlenirken, 0, 4, 8 ve 12 kg N dozlarında elde edilen bin tane ağırlıkları arasında fark önemli bulunmamıştır. Dekara 5 kg P₂O₅/da düzeyinde verilen fosforlu gübre bin tane ağırlığını kontrole göre artırmış olsa da fosfor dozlarının bin tane ağırlığına etkisi önemli bulunmamıştır. Azot x fosfor dozu interaksyonu, istatistiki olarak önemli bulunmamış (Çizelge 14).

Hasat indeksi (%)

Azotlu ve fosforlu gübrelerin hasat indeksine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir. Yürütülen tarla denemesinde hasat indeksine azot dozlarının etkisi P<0.05 düzeyinde önemli bulunurken, fosforlu gübre dozları ve azot x fosfor dozu interaksyonunun etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 11).

Çizelge 15. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *hasat indeksine* etkisi (%)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	40.5	42.5	37.4	40.1 a
4	37.1	37.1	36.8	37.0 b
8	39.2	37.8	38.0	38.3 ab
12	39.5	37.5	37.3	38.1 ab
Ortalama	39.1	38,7	37.4	

a, b : Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir (P<0.05).

Azot dozlarının dekara 0, 4, 8 ve 12 kg uygulamaları ile hasat indeksi sırasıyla % 40.1, % 37.0, % 38.3 ve % 38.1 olarak belirlenmiştir. En yüksek hasat indeksi dekara azot gübresi uygulanmayan kontrol parsellerinde elde edilmiştir. Azot uygulamaları hasat indeksinde azalmalara neden olmuştur. Artan oranlarda fosforlu gübre dozları hasat indeksini değiştirmemiştir. Azot x fosfor dozu interaksyonu, istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 11).

Hektolitre ağırlığı (kg/100 lt)

Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelerin hektolitre ağırlığına etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 16'da, ortalama hektolitre ağırlığı değerleri ise Çizelge 17'de verilmiştir.

Çizelge 16. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelerin hektolitreye ağırlığı, protein oranı ve protein verimine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Hektolitreye Ağırlığı			Protein Oranı		Protein Verimi	
	S.D.	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri	K.O.	F Değeri
Azot Dozları (N)	3	4.8	29.6***	5.0	25.4***	1814.5	50.5***
Fosfor Dozları (P)	2	0.1	0.47 ^{öd.}	0.1	0.47 ^{öd.}	51.1	1.39 ^{öd.}
NxP İnteraksiyon	6	0.4	2.23 ^{öd.}	0.3	1.53 ^{öd.}	62.0	1.73 ^{öd.}
Bloklar	2	0.1	0.28 ^{öd.}	0.9	4.58*	20.6	0.57 ^{öd.}
Hata	22	0.2	-	0.2	-	35.9	-
Genel	35	-	-	-	-	-	-

öd: önemli değil, *: 0.05 düzeyinde önemli, ***: 0.001 düzeyinde önemli.

Denemede artan azot dozlarının yakamoz buğday çeşidinde hektolitreye ağırlığına etkisi $P < 0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, fosfor dozlarının ve azot x fosfor dozu interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 16)

Çizelge 17. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin hektolitreye ağırlığına etkisi (kg/100 lt)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	83.6	83.9	84.1	83.9 a
4	83.4	83.0	82.7	83.0 b
8	82.5	82.0	82.5	82.3 c
12	82.4	82.7	82.0	82.4 c
Ortalama	83.0	82.9	82.8	

a, b, c: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir ($P < 0.05$).

Azot dozlarının dekara 0, 4, 8 ve 12 kg uygulamaları ile hektolitreye ağırlığı sırasıyla 83.9 kg, 83.0 kg, 82.3 kg ve 82.4 kg/100 lt olarak belirlenmiştir. En yüksek hektolitreye ağırlığı N₀ dozunda belirlenirken, artan dozlarda verilen N hektolitreye ağırlığında düşümlere neden olmuştur. Artan oranlarda fosforlu gübre uygulamaları hektolitreye ağırlığını değiştirmemiştir (Çizelge 17).

Protein oranı (%)

Yürütülen tarla denemesinde azot dozlarının protein oranına etkisi $P < 0.001$ düzeyinde önemli bulunurken, fosforlu gübre dozları ve azot x fosfor dozu interaksiyonunun etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 16).

Çizelge 18. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin protein oranına etkisi (%)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	11.5	11.7	11.5	11.6 c
4	12.0	12.2	12.1	12.1 b
8	13.4	13.2	12.8	13.1 a
12	13.2	12.4	13.1	12.9 a
Ortalama	12.5	12.4	12.4	

a, b, c: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir (P<0,05).

Azot dozlarının dekara 0, 4, 8 ve 12 kg verilmesiyle protein oranı sırasıyla % 11.6, % 12.1, % 13.1 ve % 12.9 olarak belirlenmiştir. En yüksek protein oranı 8 kg/da N dozunda belirlenirken, 8 kg ve 12 kg N dozlarında elde edilen protein oranları arasında fark önemli bulunmamıştır. Artan oranlarda fosforlu gübre dozları protein oranında önemli bir artış oluşturmamıştır. Azot x fosfor dozu interaksyonunu istatistiki olarak önemli bulunmamıştır (Çizelge 18).

Protein verimi (kg/da)

Azotlu ve fosforlu gübrelerin protein verimine etkisine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 16'da verilmiştir. Yürütülen tarla denemesinde azot dozlarının protein verimine etkisi P<0.001 düzeyinde önemli bulunurken, fosforlu gübre dozları ve azot x fosfor dozu interaksyonunun etkisi önemli bulunmamıştır (Çizelge 16).

Çizelge 19. Yakamoz buğday çeşidinde azotlu ve fosforlu gübrelemenin *protein verimine* etkisi (kg/da)

Azot Dozları kg N / da	Fosfor dozları, kg P ₂ O ₅ /da			Ortalama
	0	5	10	
0	31.5	37.4	34.6	34.5 c
4	42.0	53.4	52.9	49.4 b
8	62.7	69.2	66.9	66.3 a
12	66.6	58.6	60.0	61.7 a
Ortalama	50.7	54.7	53.6	

a, b, c: Farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark kendi satırında ve sütununda önemlidir (P<0.05).

Azot dozlarının dekara 0, 4, 8 ve 12 kg verilmesiyle protein verimi sırasıyla 34.5 kg/da, 49.4 kg/da, 66.3 kg/da ve 61.7 kg/da olarak belirlenmiştir. En yüksek protein verimi 8 kg/da azot dozunda belirlenirken, 8 kg ve 12 kg N dozlarında elde edilen protein verimleri arasında fark önemli bulunmamıştır. Artan oranlarda fosforlu gübre dozları protein veriminde önemli bir artış oluşturmamıştır (Çizelge 19).

Tartışma ve Sonuç

Yakamoz buğday çeşidinde, artan oranlarda uygulanan azotlu ve fosforlu gübrelerin verim ve verim bileşenlerine etkileri Diyarbakır ili Silvan ilçesinde kuru şartlarda araştırılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, azotlu ve fosforlu gübreleme, biyolojik verim, tane verimi ve sap verimini istatistiki olarak önemli düzeyde artırmıştır. Azotlu gübre uygulanmadığında, dekara 750 kg biyolojik verim elde edilirken, 8 kg N dozunda biyolojik verim değeri 1317 kg/da seviyesine yükselmiştir. Dekara 5 kg P₂O₅ uygulaması biyolojik verim değerini 1020 kg/da'dan 1148 kg/da seviyesine ulaştırmıştır. İstatistiki olarak önemli bulunmamakla birlikte azot ve fosforun birlikte uygulandığı parsellerde en yüksek biyolojik verim değeri 8 kg N ve 5 kg P₂O₅ uygulamasında 1389 kg/da olarak belirlenmiştir. Azotlu gübre dozları ile tane verimi artmıştır. Azotlu gübre verilmediğinde elde edilen 299 kg/da tane verimi, 8 kg/da N dozunda 504 kg/da seviyesine yükselmiştir. Dekara 8 kg/da azot ile 5 kg/da fosfor gübresi birlikte uygulandığı parsellerde, tane verimi yaklaşık iki kat artarak 274 kg' den 524 kg/da düzeyine ulaşmıştır. Azotlu ve fosforlu gübreler buğday bitkisinin sap verimini önemli düzeyde artırmıştır. Verim değerleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek verim dekara 8 kg N ve 5 kg P₂O₅ uygulamasında dekara 865 kg/da sap verimi elde edildiği belirlenmiştir.

Farklı buğday çeşitleri ile farklı iklim ve toprak şartlarında yapılan araştırmalarda azotlu ve fosforlu gübrelemenin buğday verimini önemli düzeyde artırdığı belirlenmiştir (Akkaya, 1993; Türkmen, 1999; Mert ve ark., 2003). Buğday bitkisinin azotlu ve fosforlu gübre ihtiyacı toprak ve iklim şartlarına göre değiştiği gibi yetiştirilen buğday çeşidine göre de değişebilmektedir. Ankara ilinde yürütülen araştırmada Gerek-79 buğday çeşidi için 6 kg/da N dozu uygulamasının yeterli olduğu belirlenirken,

Sakarya’da yürütülen araştırmada ekmeklik buğday çeşitleri için gerekli N miktarının 15-21 kg/da arasında olduğu belirlenmiştir (Güler, 1996; Özseven ve Bayram, 2005). Bir başka ifade ile buğday bitkisinde gerekli gübre ihtiyacı her bir yöre toprağı için ve her bir buğday çeşidi için tarla denemeleri ile belirlenmesi gerekmektedir.

Yakamoz buğday çeşidi ile yürütölen tarla denemesinde, azotlu ve fosforlu gübreleme bitki boyunu önemli düzeyde artırmıştır. Hiç azot verilmediğinde 81 cm olarak ölçölen bitki boyu, 8 kg/da N dozunda 91 cm’ye yükselmiştir. Dekara 5 kg fosfor uygulaması bitki boyunu 85 cm’den 89 cm’ye artırmıştır. Azot ve fosforlu gübrelemenin birlikte yapıldığı parsellerde en yüksek bitki boyu dekara 8 kg/da N ve 5 kg/da P₂O₅ uygulamasında 93 cm olarak ölçölmüştür. Azotlu gübrelerin metrekarede başak sayısına etkisi önemli bulunurken, fosforlu gübre dozlarının etkisi önemli bulunmamıştır. En yüksek metrekarede başak sayısı ortalama olarak 8 kg N dozu ve 10 kg P₂O₅ dozu uygulamalarında elde edilmiştir. Azotlu ve fosfor gübresinin uygulanmadığı kontrol parselinde 323 adet olarak belirlenen başak sayısı, 8 kg N ve 10 kg P₂O₅ dozunda 408 başak olarak belirlenmiştir. Azotlu gübrelerin başakta tane sayısına etkisi önemli bulunmuştur. En fazla başakta tane sayısı 8 kg/da azot dozunda ortalama 38.2 tane olarak belirlenmiştir. Fosforlu gübreleme başakta tane sayısını önemli düzeyde etkilememiştir. Azotlu ve fosforlu gübrelerin birlikte uygulandığı parsellerde en yüksek başakta tane sayısı 40.8 ile 8 kg N ve 10 kg P₂O₅ dozunda elde edilmiştir. Azotlu ve fosforlu gübrelerin bin tane ağırlığına etkisi önemli bulunmazken, azotlu gübreleme hasat indeksini bir miktar düşürürken, fosforlu gübreleme önemli düzeyde etkilememiştir. Azot gübresi uygulanmayan kontrol parsellerinde hasat indeksi %40.1 iken, dekara 4 kg azot uygulaması yapıldığında hasat indeksi % 37.0’a düşmüştür. Hektolitreye ağırlığı azotlu gübreleme ile önemli düzeyde azalırken, fosforlu gübrenin etkisi önemli bulunmamıştır. Azotlu gübre kullanılmadığında 83.9 kg/100 litre olarak belirlenen ortalama hektolitreye ağırlığı 8 kg/da N dozunda 82.3 kg/100 litre seviyesine düşmüştür.

Ekolojisi farklı bölgelerde yapılan tarla denemelerinde azotlu ve fosforlu gübrelerin bitki boyu, metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı, hasat indeksi ve hektolitreye ağırlığına olan etkisi farklı bulunmuştur. Farklılıkların sebepleri arasında toprak ve iklim şartları, bitki çeşidi ve kullanılan gübre dozlarının farklılığı söylenebilir. Akkaya (1993) Erzurum şartlarında yürüttüğu tarla denemesinde fosforlu gübrelemenin metrekarede başak sayısı, başakta tane sayısı ve hasat indeksi üzerine olan etkisinin önemsiz olduğunu bildirirken, Türkmen (1999) Kahramanmaraş’ta yürüttüğu denemede azotlu gübrelemenin, bitki boyu, başak sayısı, başakta tane ağırlığı ve bin tane ağırlığının önemli düzeyde artırdığını belirlemiştir. Farklı buğday çeşitleri ile Sakarya’ da yürütölen tarla denemesinde azotlu gübrelemenin hasat indeksine etkisi önemli bulunurken fosforlu gübrelemenin hasat indeksine olan etkisinin önemsiz olduğu belirlenmiştir (Özseven ve Bayram, 2003). Buğdayda önemli bir kalite parametresi olan hektolitreye ağırlığı ile ilgili olarak yapılan bir çalışmada Aydoğan-Çifçi ve Doğan (2013), Bursa ekolojik şartlarında azotlu gübrelemenin hektolitreye ağırlığını önemli düzeyde etkilemediğini belirlerken, Gökmen-Yılmaz (2015) Eskişehir ve Konya’da yürütmüş olduğu denemelerde azot uygulamasının hektolitreye ağırlığını istatistiki bakımdan önemli düzeyde etkilediğini bildirmiştir. Azot dozlarının tane protein oranına etkisi önemli bulunurken, fosfor dozlarının etkisi önemli bulunmamıştır. Azotlu gübre verilmeyen parsellerden en düşük tane protein oranı elde edilirken, dekara 8 kg azot uygulamasında protein oranı %13.1’e yükselmiştir. Tane protein verimi azot uygulanmayan kontrol uygulamasında 34.5 kg/da ham protein verimi elde edilirken, 8 kg/da uygulamasında ham protein verimi 66.3 kg/da seviyesine ulaşmıştır. İstatistiki olarak önemsiz olarak bulunur iken, en yüksek protein verimi 8 kg N ve 5 kg/da P₂O₅ interaksiyonunda belirlenmiştir. Protein verimine artan fosfor dozlarının etkisi önemli bulunmamıştır. Protein oranı buğdayın en önemli kalite parametrelerinden olduğundan, birçok araştırma yapılmıştır. Farklı buğday çeşitleri ile yapılan araştırmalarda, genelde azotlu gübrenin protein oranını ve protein verimini artırdığı belirlenmiştir (Güler ve Akbay, 2000; Soylu ve Sade, 2006; Avcı, 2007). Kara ve ark. (2009) Isparta’da yürüttükleri tarla denemesinde buğday bitkisinde azotlu gübrenin geç dönemde uygulanmasının tane protein oranını artırdığını bildirmişlerdir. Kızılgöçü ve ark. (2016) Diyarbakır’ da yürüttükleri bir çalışmada, azotlu gübrelemenin tane protein oranını ve glöten miktarını artırdığını belirlemiştir.

Sonuç olarak Silvan kuru tarım şartlarında yürütölen tarla denemesinde artan oranlarda uygulanan azotlu ve fosforlu gübreler verim bileşenlerini kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır. Verim bileşenleri

birlikte düşünülürken en yüksek verim değerlerinin genelde 8 kg/da N ve 5 kg/da P₂O₅ dozunda elde edildiği belirlenmiştir. Buna göre bu gübre dozlarının Yakamoz çeşidi için uygun dozlar olduğu kanaatine varılmıştır.

Teşekkür

Bu çalışma, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Mehmet Ali BOZKURT danışmanlığında Mehmet Can DİKİCİ' nin Diyarbakır Koşullarında Buğdayın (*Triticum aestivum* L.) Azotlu ve Fosforlu Gübre İsteğinin Belirlenmesi adlı Yüksek Lisans Tezinin bir kısmıdır.

Kaynaklar

- Akkaya, A., 1993. Fosforlu gübre miktar ve uygulama yöntemlerinin kışlık buğdayda verim ve bazı verim unsurlarına etkisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 24 (2): 36-50.
- Anonim, 2018a. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 2017 Faaliyet Raporu. https://www.tarimorman.gov.tr/SGB/Belgeler/Bakanl%C4%B1k_Faaliyet_Raporlar%C4%B1/2017.pdf. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ankara. Erişim: 01.10.2018.
- Anonim, 2018b. İstatiklerle Diyarbakır 2018. <http://www.diyarbakirtb.org.tr/site/index.php/tr/raporlar.html>. Diyarbakır Ticaret Borsası, Diyarbakır. 01.10.2018.
- Anonim, 2018c. 2010-2017 Türkiye'de Buğday Üretim, Ekim Alanı ve Kimyasal Gübre Kullanım Verimleri. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001. TÜİK, Ankara. Erişim: 01.10.2018.
- Atar, B., Kara, B., Küçükyumuk, Z., 2017. Isparta'da yürüttükleri tarla denemesinde, kışlık ekmeçlik buğday çeşitlerinin azot etkinliklerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 23:119-127.
- Avcı, R., 2007. Farklı Azotlu Gübre Uygulamalarının Ekmeçlik Buğdayda Verim ve Kalite Üzerine Etkileri (yüksek lisans tezi). TÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Aydoğan-Çifçi, E., Doğan, R., 2013. Azotlu gübre dozlarının Gediz-75 ve Flamura-85 buğday çeşitlerinde verim ve kaliteye etkisi. Tarım Bilimleri Dergisi, 19:1-11.
- Bayar, S., 2017. Buğday. Diyarbakır Tarım ve Orman İl Müdürlüğü Tarım Dergisi, 30, 57-59.
- Gökmen-Yılmaz, F., 2015. Orta Anadolu Bölgesinde Yetiştirilen Bazı Ekmeçlik Buğday Çeşitlerinin Azot Kullanım Etkinlikleri ile Verim ve Kalite Özellikleri Arasındaki İlişkilerin Belirlenmesi (doktora tezi). SÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Güler, M., 1996. Buğday (*Triticumaestivum* L.)'da Değişik Su ve Azot Uygulamalarının Tane Protein Oranı ve Verimine Etkileri (doktora tezi). AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Güler, M., Akbay, G., 2000. Ekmeçlik buğday (*Triticumaestivum* L.)'da sulama ve azot gübrelemenin protein verimine etkileri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 24: 317-325.
- Kacar, B., Katkat, V. N., 1999. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri III, Toprak Analizleri Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı, No:3, Ankara.
- Kaplan-Evlice, A., Kara, R., Sezal, M., Dokuyucu, T., Akkaya, A., 2008. Kahramanmaraş koşullarında azot uygulama zamanlarının ekmeçlik buğdayda fenolojik dönemler, verim ve verim unsurlarına etkisi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 17(1-2):56-74.
- Kara, B., Dizlek, H., Uysal, N., Gül, H., 2009. Buğdayda geç dönemde azot uygulamasının tane protein ve unda bazı fizikokimyasal özelliklere etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 13(1):25-32.
- Kızılgeçi, F., Yıldırım, M., Albayrak, Ö., Başdemir, F., Akıncı, C., 2016. Farklı azot dozlarının makarnalık buğday F₂ melez kombinasyonlarında bazı kalite parametreleri üzerine etkisi. Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5(1):7-14.
- Mert, B., Çiftçi, C., Y., Atak, M., 2003. Ekmeçlik buğday çeşitlerinde farklı azot dozlarının bazı verim öğeleri üzerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12(1-2):72-85.
- Özseven, İ., Bayram, M., E., 2003. Kate A-1 ve Marmara-86 ekmeçlik buğday çeşitlerinde N ve P₂O₅ dozlarının verim ve verim öğelerine etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 12(1-2):22-41.
- Özseven, İ., Bayram, M., E., 2005. Marmara bölgesi'nde dört ekmeçlik buğday (*Triticumaestivum* var. *aestivum* L) çeşidinde değişik azot dozlarının verim ve verim unsurlarına etkilerinin araştırması. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 14(1-2):56-74.

- Soylu, S., Sade, B., 2006. Sulu koşullarda kışık makarnalık buğdayda azot miktarı ve uygulama zamanının verim ve kalite üzerine etkisi. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 20(38):37-42.
- Şimşek, S., 2012. Sivas Ekolojik Koşullarında Ekmeklik Buğdayda Üst Gübrelemede Kullanılacak Azotlu Gübre Form ve Miktarının Belirmesi (yüksek lisans tezi). OÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ordu.
- Türkmen, A., 1999. Değişik Azot Dozlarının Kahramanmaraş Koşullarında Yetiştirilen Bazı Makarnalık Buğday Çeşitlerinin Verim ve Verim unsurları Üzerine Etkisi (yüksek lisans tezi). KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Yakut, Z., 2011. Farklı Azot Uygulama Zaman ve Oranlarının SırtaEkim Sisteminde Ekmeklik (*Triticumaestivum L.*) ve Makarnalık (*Triticum durum*) Buğdayda Verim ve Bazı Verim Unsurları Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi (yüksek lisans tezi). DÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Katı Hal Fermentasyon Teknolojisinin, Bazı Yem Kaynaklarının Yem Değerini Artırmada Kullanılması ve Hayvan Beslemede Etkisi

Yavuz GÜRBÜZ^{1*}, Mehmet ÇETİN²

^{1.} Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Yozgat, Türkiye

^{2.} Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye,

*Sorumlu yazar: yavuz.gurbuz@yobu.edu.tr

Öz

Hayvan beslemede tarımsal atıkların ve endüstriyel yan ürünlerin bazılarının zengin besin maddesi içeriği ve potansiyeli, bu kaynakların daha etkin bir şekilde kullanımını gündeme getirmiştir. Buna bağlı olarak, alternatif yem hammadelerinin, yem değerinin iyileştirilmesi için gerekli çalışmalar yapılması gerekliliğini ortaya koymuştur. Bunun ile ilgili olarak, başta ısıl işlemler olmak üzere pek çok teknoloji geliştirilmiş ve bunlardan biyolojik yöntem olarak KHF teknolojisi geliştirilmiştir. Katı hal fermentasyonu (KHF) yem potansiyeline sahip kaynakların etkinliğini artırabilen ve gelecek vaat eden yeni bir tekniktir. Bitki kalıntılarının lignoselülozik yapısal karakterlerinin iyileşmesinde önemli bir destek sağlamak ve KHF yoluyla belirli bir katma değerli ürünler üretmek için mikrobiyal fermentasyon tekniği ile bazı substratlar kullanılarak yapılmaktadır. Tarımsal artıkların biyolojik olarak parçalanması ve detoksifikasyonu açısından KHF, hayvan besleme alanında enzimler, biyoaktif bileşenler, organik asitler, vitaminler ve yem katkı maddeleri, biyodönüştürücü ürünler ile birlikte geniş bir kapsama sahiptir. Rasyonlara KHF biyokütlesinin dahil edilmesi, çiftlik hayvanlarının ve özellikle kümes hayvanlarının enterik metan emisyonunun azaltılmasının yanı sıra, yemin besleyici bileşimi, performansı, bağırsak morfolojisi, bağırsak mikrobiyotası, karkas özellikleri, rumen fermentasyonu üzerinde olumlu etkiye sahip olmaktadır. Farklı fermentasyon teknikleriyle üretilen katı hal fermente edilmiş yem, farklı hayvanların farklı fizyolojik aşamalarında nasıl kullanılacağına dair yeterli araştırma sonuçları bulunmamaktadır. Bu belirsiz durum, KHF'nin uygulanmasını ve standartlaştırılmış üretimini engellemektedir. Burada, nispeten mükemmel bir set elde etmek için referans sağlamak amacıyla, farklı üretim teknikleri ile hazırlanan KHF'nin özelliklerinin ve hayvan deneylerinde büyüme performansı, gastrointestinal ekoloji ve bağışıklık sistemi üzerindeki araştırma ilerlemesinin rolündeki mevcut gelişmeleri özetliyoruz.

Anahtar Kelime: Katı Hal Fermentasyonu, hayvan besleme, yem katkı maddeleri, mikrobiyal fermentasyon

The Use of Solid-State Fermentation Technology to Increase the Feed Value of Some Feed Sources and Its Effect on Animal Nutrition

Abstract

The rich nutrient content and potential of some of the agricultural wastes and industrial by-products in animal nutrition have brought up the use of these resources more effectively. Accordingly, it has revealed that it is necessary to carry out necessary studies to improve the feed value of alternative feed raw materials. In this regard, many technologies, especially heat treatments, have been developed and CHF technology has been developed as a biological method. Solid state fermentation (CHF) is a promising new technique that can increase the efficiency of feed potential sources. It provides an important support in the improvement of the lignocellulosic structural characters of plant residues and is made by using some substrates by microbial fermentation technique to produce certain value-added products through CHF. In terms of biodegradation and detoxification of agricultural residues, KHF has a wide scope in the field of animal nutrition, along with enzymes, bioactive components, organic acids, vitamins and feed additives, bioconverting products.

The inclusion of KHF biomass in the rations has a positive effect on the nutritional composition, performance, intestinal morphology, intestinal microbiota, carcass characteristics, rumen fermentation of the feed, as well as reducing the enteric methane emission of farm animals and especially poultry.

There are not enough research results on how to use solid state fermented feed produced by different fermentation techniques at different physiological stages of different animals. This uncertain situation hinders the implementation and standardized production of KHF. Here we summarize current developments in the role of properties of CHF prepared by different production techniques and research progress on growth performance, gastrointestinal ecology and immune system in animal experiments, to provide reference to obtain a relatively perfect set.

Keywords: Solid State Fermentation, animal nutrition, feed additives, microbial fermentation

1. Giriş

Çalışmalar, fermantasyonun, besinlerin hayvanlara sunulmadan önce besin değerini artırmak için bir yaklaşım olabileceğini doğrulamış olsa da farklı üretim teknikleriyle üretilen yemlerin kalitesi ve bunların hayvan performansı üzerindeki etkileri tutarlı olmamaktadır. Bu tutarsızlık, bu konuda teknolojik çalışma yapan uzmanların KHF'yi farklı yönleriyle keşfetmeye teşvik etmektedir. Buna bağlı olarak, son yıllarda araştırmacılar, KHF'nin uygulamalarını keşfetmek için çok sayıda in vivo ve in vitro deneyler gerçekleştirmişlerdir. Bununla birlikte, KHF'nin ortam hazırlığına bağlı zorluğu nedeniyle tarımsal endüstri faaliyetinin artmasına bağlı olarak, her yıl istenmeyen fazlalıkta büyük miktarda yan ürün olarak adlandırdığımız kalıntılar meydana gelmektedir (Mahesh and Mohini, 2013; bu tarımsal kaynaklı biyoküteller, bileşimleri gereği yüksek oranda selülotik ve doğada lignoselülozik olarak yer alan ve maddelerden dolayı çevre kirliliği sorununa neden olmaktadır.

Bununla birlikte tarımsal alanların daralması, hayvancılık ile uğraşan sayısının azalması ve insan nüfusunun artması sonucu hayvansal ürünlere yönelik dünya çapındaki arz hızla artmaktadır. Bundan dolayı, hayvansal ürünlerin etkinliğini ve miktarını artırmak için yem kaynaklarını artırmaya yönelik stratejilerin uygulanması kaçınılmaz olmuştur. Ayrıca son zamanda hayvancılık sektöründeki uygulanan (antibiyotik yasağı, ruminant rasyonlarında hayvansal kaynaklı yem hammaddelerinin rasyonda kullanılmaması) başlıca kısıtlamalar, yeterli yem kaynaklarının bulunmaması, mevcut yem kaynaklarının kalitesiz olması ve özellikle yüksek yem maliyetleri, kullanılan yem materyallerinin miktarının ve sayısının artırılmasını gündeme getirmektedir. Değişen hava şartları ve şehirleşmeye bağlı olarak kötüleşen hayvan sağlığı ve bunların sürdürülebilirliği, tarımsal yan ürünler, atıklar ve diğer yan ürünler gibi bazı kaynakların yem kaynağı (linyoselülozik bir biyokütle) olarak kullanılmasını zorunlu kılmaktadır (Fazaeli vd. (2004).

Fermantasyon, dünya çapında binlerce yıldır gıda işleme ve muhafaza için kullanılan bir yöntemdir. Ayrıca, bu uygulama son zamanlarda yemlerin besleyici değerini ve hayvancılık ürünlerinin çıktısını ayarlamak ve artırmak için bir araç olarak artan bir ilgi kazanmıştır. Ek olarak, katı hal fermente yem (KHF), makromoleküler maddelerin ve beslenme karşıtı faktörlerin mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri ile daha verimli ve toksik olmayan besinlere dönüştürülen yem olarak tanımlanmaktadır. Katı hal fermente yem, yemin beslenme özelliklerini, sindirilebilirliğini, lezzetini ve güvenliğini değiştirmek için yapay kontrol koşulları altında (su içeriği genellikle %70'in altında kontrol edilir) doğal veya yapay olarak eklenen mikroorganizmalar kullanılarak yem substratının fermantasyonunu meydana gelir. Bu arada KHF, besiye alınan hayvan yemlerinde antibiyotiklerin yerini alma potansiyeline sahiptir. Fermente yemin besinsel özellikleri, fermantasyon başlatıcısına (fermantasyonu başlatmak için kullanılan bakteri kültürü), substratlara ve kullanılan fermantasyon koşullarına (sıcaklık ve inkübasyon süresi) bağlıdır (Omer vd., 2012).

Hayvan yemlerinde kullanılan, yüksek oranda selüloz(lif) içeren, nitrojen ve mineral bakımından fakir, sindirilebilirliği az olan ve anti-besinsel faktörler içeren bu tarımsal endüstriyel artıklar, akılcı bir şekilde değerlendirilmemekte ve bu nedenle bunların çevre kirliliği açısından kontrolü daha fazla önem kazanmaktadır. Hayvan besleme uzmanları, organik madde içeren ve yüksek beslenme potansiyeline sahip olan bu kalıntıları bir atık olarak tanımlamazlar ve bunlardan daha fazla ürün oluşumu ve geliştirilmesi için gerek yem ham maddeleri oluşturma gayretinde bulunmaktadırlar. Bu çalışma, araştırmacılara KHF uygulamasında objektif seçimler yapmaları sağlamak, farklı üretim teknikleriyle üretilen KHF'nin beslenme özelliklerini belirlemek ve bunların büyüme performansı, gastrointestinal ekoloji ve bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerini özetlemektedir (Carbou vd., 2018)

2. Yem değerini iyileştirmede kullanılan fermantasyon çeşitleri

Katı hal fermantasyonu (KHF) ve sıvı (SHF) veya batık hal fermantasyonu (BHF) olmak üzere iki tür fermantasyon işlemleri vardır (Tablo1). Katı hal fermantasyonu (KHF), katı bir matriste (âtil destek veya destek/substrat) daha az miktarda veya serbest su olmadan gerçekteşen bir işlemdir (Singhania vd. 2010: Abo-Donia vd. (2005)).

Bununla birlikte katı substrat üzerinde mikroorganizmaların büyümesini ve metabolik aktivitesini desteklemek için, azda olsa neme ihtiyaç olduğunu bildiren araştırmacılar bulunmaktadır (Thomas vd. 2013). Öte yandan, sıvı hal fermantasyonunda (SHF) substratlar, su içindeki serbest parçacıklar çözünmekte veya süspansiyon edilmektedir. KHF ve BHF arasındaki ayırt edici özellik Tablo 1'de açıklanmıştır (Manpreet vd., 2005).

Table 1: KHF ve BHF işlemleri arasındaki farklılıklar

Özellik	KHF	BHF
Medium	Serbest akmayan	Serbest akan
Derinlik	Sığ ortam	Daha büyük ortam
Besinler	Katı substrat	Denenmiş madde
Su	Medium absorpsiyon	Çözülmüş medium
Sıcaklık, pH	Üniform olmaya	Üniform
Kontaminasyon	az	Daha fazla
Sistem	3 faz	2 faz
Partikül içi dirençler	Var	Direnç yok
Kültür dağılımı	Katılığa ve büyümeyle ilgili	Uniform olmayan dağılım
Bioreaktör	Küçük	Büyük
Biokütle ölçümleri	Farklılık çok	Online sensörlere uygun
Ürün	Yüksek konsantrasyonlu	Düşük konsantrasyonlu
Sıvı atık	Ürün yok	Yüksek miktarda

2.1. Katı hal fermantasyonu

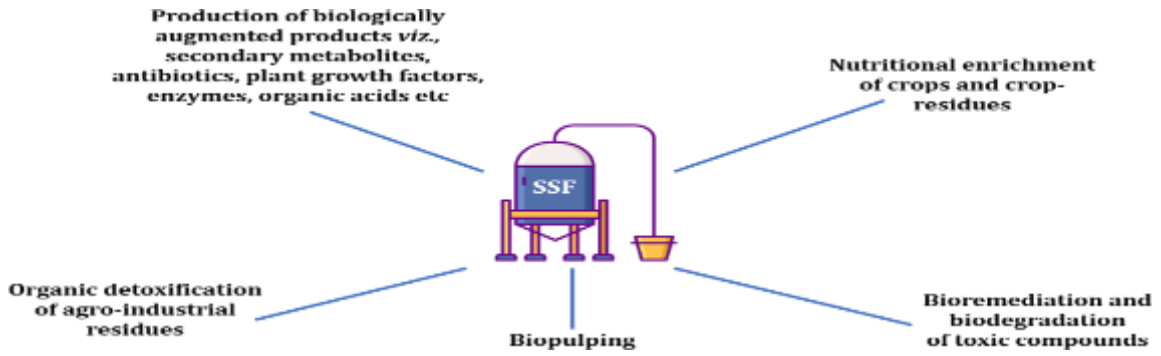
Katı hal fermantasyonu (KHF), çözünmeyen materyal veya substrat üzerine suda yaşayamayan ve az bulunan organizmaların biyoteknolojik süreçten geçmesi olarak kabul edilir. Bu işlem birkaç teknolojik işlem adımıyla yan ürünlerin mikrobiyal fermantasyona maruz kalmasıyla oluşur. Genel düzeyde, KHF'nin ana işleme adımları, bir batık sıvı fermantasyon (BHF) işleminden çok farklı olmaktadır. Katı hal fermantasyonunun içerdiği işlem adımları aşağıdaki gibidir (Manpreet vd., 2005; Nigam and Pandey, 2009; Bhargav vd. 2008)).

KHF sürecindeki genel işlem adımları;

1. Aşının(inokulum)hazırlanması
2. Substrat seçimi ve hazırlanması
3. Bioreaktörün hazırlanması
4. İnokulasyon ve uygulama
5. Bioreaktörün uygulanması
6. Boşaltmanın yapılması
7. Aşağıya doğru akış işlemi
8. Atıkların çözülmesi ve parçalanması

2.2. KHF yöntemiyle üretim

Fermantasyonu başlatıcı kültürler arasındaki etkileşimler, inkübasyon parametreleri ve substrat özellikleri, KHF'nin son ürünlerini etkilemektedir. Ayrıca, KHF'nin farklı teknolojilerle üretilen biyokütlelerinin etkisi hayvanlar üzerinde standart etkiye sahip olmamaktadır. Bu nedenle, en iyi potansiyelini yakalamak için, KHF üretiminin doğru yönetimini sağlamak için, fermantasyon sırasında gerçekleşen süreçler hakkında kapsamlı bilgi sahibi olmak gereklidir (Rashika vd2022; Thomas vd. 2013))



Şekil 1. KHF'nin uygulanması esnasındaki süreçler

Bu işlem ile, yüzey alanını artırmak, besin maddesinin faydalılığını artırmak için, substrat ham maddesinin mekanik, kimyasal veya biyokimyasal işlemlerle ön işleme tabi tutulmasıyla sağlanabilmektedir.

b) Fermantasyon için mikroplar inkübe edildikten sonra, düz bir yerde pirinç veya buğday kepeği gibi katı bir kültür substratının olması gerekmektedir.

c) Substrat daha sonra sıcaklık kontrol sistemi olan bir odada birkaç gün bırakılması

d) Polisakkaritler ve proteinler gibi birincil olarak polimerik substratların hidroliz edilmesi. Hidroliz ürünlerinin kullanımı (fermentasyonu).

e) Nihai ürünlerin ayrılması ve saflaştırılması. Gibi süreçler sonunda fermente edilmiş ürünler meydana gelebilmektedir (Pandey, 2007).

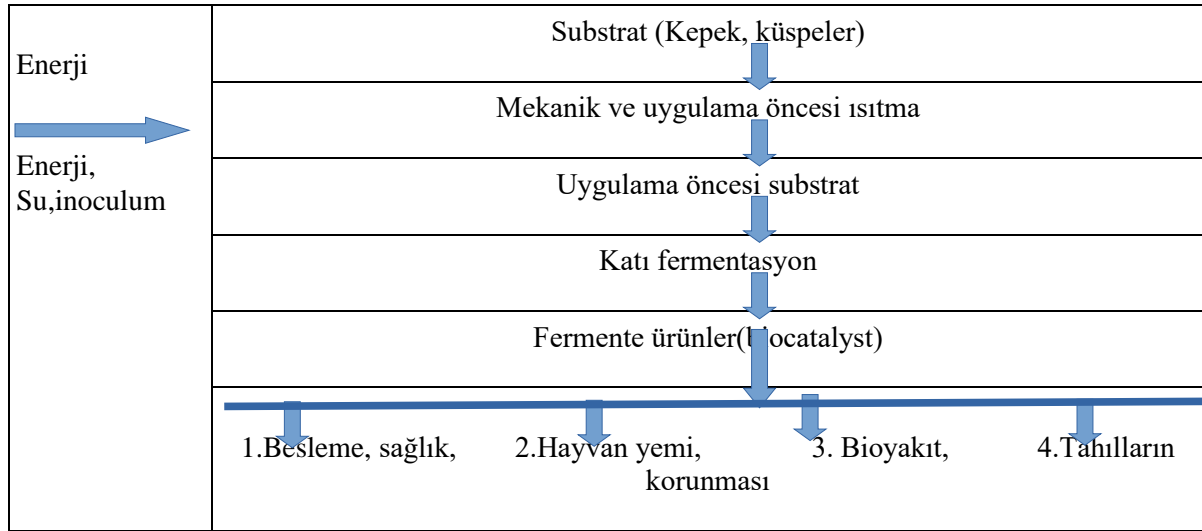
2.3. KHF için gerekli şartlar

Substrat seçimi: KHF'nin teknik ve ekonomik başarısı, bazıları aşağıda listelenen bir dizi faktör tarafından belirlenmektedir. Fermantasyon yan ürünlerini ve biyomolekülleri belirlemektedir. Substrat için kullanılan malzeme ise, Amilaz gibi enzimlerin üretimi için nişasta bazlı substratlarda, KHF için malzeme olarak kullanılırken, selüloz enzimlerinin üretimi için selülozik veya lignoselülozik substratlar kullanılmaktadır. Burada Substratın morfolojisi ve kimyasal bileşimi, enzim üretimi için çok önemli roller oynamaktadır (Soccol vd,2017). İncelenmekte olan alt tabaka tipine bağlı olarak, KHF iki tip olabilir: sadece destek görevi gören reaktif olmayan (atıl) malzemelerle KHF ve destek görevi gören ve mikrobiyal büyümeyi teşvik etmek için karbon ve besin kaynakları olarak hizmet eden biyokütle gibi inert olmayan malzemelerden oluşmaktadır (Carbou vd, 2018)

Substratın parçacık boyutu ise, daha ince parçacık boyutlarına sahip substratlar, sabit bir geometri ve daha büyük bir yüzey alanı ve hacim oranı sağlamaktadır. Daha büyük parçacık boyutlarına sahip substratlardan daha iyi enzim üretimi de meydana gelebilmektedir. Bununla birlikte parçacık çok küçükse topaklaşmaya neden olmakta ve mikrobiyal solunuma müdahale ederek mikrobiyal büyümeyi azaltabilmektedir (Oriol vd, 1988). KHF işlemindeki nem oranı ise, KHF sürecini önemli ölçüde etkilemektedir. Düşük yüzey nemi mikroplar için elverişsiz olmakta ve zayıf büyümelerine neden olurken, yüksek nem içeriği oksijen penetrasyonuna engel teşkil emekte ve dolayısıyla süreci

yavaşlatmaktadır. Substrat, mikrobiyal büyüme için temel parametre olduğundan, kinetik durum buna bağlı olmaktadır (Thomas vd, 2013).

2. Mikroorganizmaların seçimi: Mikropların seçiminde, görünüşe göre substratın ve istenen ürünün seçimine dayanmaktadır. Mantarlar ve mayalar, katı ortam üzerinde geliştikleri, rizoitleri ile ortama nüfuz edebildikleri ve su aktiviteleri KHF için uygun olduğu için KHF için en çok tercih edilen mikroplardır. Fungal KHF'de bakteriyel kontaminasyonu substratta nem oranının artırılması ile önlenilmektedir. KHF'nin mikrobiyolojik bileşenleri, tek saf kültürler, karışık tanımlanabilir kültürler veya tamamen karışık yerli kültürler olarak ortaya çıkabilmektedir. Bakteri türlerinde, Bacillus ve Clostridium potansiyel bakteriler, Aspergillus, Trichoderma ve Mucor ise KHF işlemi için iyi bilinen mantar türleridir (Sangsurasak vd, 1996). Bununla birlikte, filamentli mantarlar, katı hal fermantasyonu ile endüstriyel açıdan önemli enzimler üretmek için en uygun olanlardır (Srivastava vd., 2019; (Pandey, 2007).)



Şekil 2: Üretim biyomolekülleri ve katma değerli katı hal fermantasyon süreci

3. Başlangıç kültürleri ve substrat özellikleri

KHF'nin başarılı üretimi için en önemli faktörler substrat ve başlangıç kültürü seçenekleridir. Son birkaç yılda, araştırmacılar, üreticilerin çeşitli son ürünlere yönelik gereksinimlerini karşılamak üzere KHF için deniz yosunu, pancar küspesi, vişne, soya fasulyesi küspesi ve tam yem gibi birçok substrat geliştirmişlerdir. Aynı substrat, farklı başlatıcı kültürlerle fermente edildiğinde, son ürünler farklı olmaktadır (Tablo 1) (Rashika vd.2022)

Tablo 2. Farklı nişasta olmayan polisakkaritler ile hammaddelerin fermantasyonu üzerine mikrobiyal suşların etkisi.

	Hammadde Tipi	Fermentasyon çeşidi	Enzimler	İndikatördeki değişim
Araboxylan	Bugday kepeği, pirinç kepeği, Mısır, sorgum	<i>Agaricus blazei murill</i> , <i>Aspergillus niger</i> , <i>Lentinus edodes</i> , <i>Trichoderma</i> , <i>Fomeslignosus</i> .	Endo-b-1,4-D-xylanase, b-D-xylosidase; a-L-arabinofuranase, Xylan acetylerase, Glucuronidase	Soluble sugar, Crude Protein, Ferulic acid
b-Glucan	Arpa, Yulaf, Çavdar, Bira	<i>Thermoascus aurantiacus</i> , <i>NFEg16A</i> , <i>Caldicellulosiruptor</i> sp. F32, <i>Paenibacillus</i> sp. S09	Endo-b-1,3-glucanase, Endo-b-1,4-glucanase, Exo-	Oligosaccharide, Glucose, Viscosity

	mayası		b-1,3-glucanase, Exo-b-1,4-glucanase	
Mannan and Glucomannan	Palm küspesi, Maya hücresi wall, Konjac	<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Cladosporium velox</i> , <i>Aspergillus nidulans</i> , <i>Neosartorya fischeri</i> , <i>Aspergillus oryzae</i> , <i>Trichoderma virens</i> , <i>Penicillium oxalicum</i>	b-1,4-D-Mannanase, Mannosidase, Glucomannanase	Short chain fatty acids, Lactic acid, Mannan oligosaccharide, Mannose
Pectin	Şeker pancarı posası, Narenciye posası peel, Yer fıstığı küspesi, Rami	<i>Bacillus cereu</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Pectobacterium</i> , <i>Aspergillus tubingensis</i> , <i>Rahnella aquatilis</i> , <i>Aspergillus niger</i>	Pectin methylesterase, Polygalacturonase, Pectin lyase	Utilization of pectin and Pectinic acid, Soluble sugar, Organic acids
Fructan	Hindiba, Soğan, yerelması	<i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium</i> ,	b-fructofuranase	Fructooligosaccharides, Lactic acid, Short chain fatty acids
Galactomanan	Soya kabukları, soya fasulyesi yemek, Fındık	<i>Coriolus versicolor</i> <i>Bispora</i> , <i>Lachancea thermotolerans</i> , <i>Penicillium simplicissimum</i> , <i>Neosartorya fischeri</i> , <i>Talaromyces leycettanus</i> , <i>Alicyclobacillus</i> , <i>Lactobacillus fermentum</i> , <i>Talaromyces</i>	a-galactosidase, and b-galactosidase	Mannan oligosaccharides, Mannose

3.1. Başlangıç kültürleri

KHF için yaygın olarak kullanılan başlangıç kültürleri *Lactobacillus*, maya, basil ve küfler. Amilaz, proteaz, lipaz, selüloz, makromoleküler maddeleri hayvan emilimine daha elverişli olan küçük bileşiklere indirgeyen pektinaz ve glukanaaz, KHF üretimi sırasında üretilmektedir. Elyafın mikroorganizmalar tarafından etkili bir şekilde kullanılması, KHF'nin birincil avantajıdır. Laktik asit, kısa zincirli yağ asidi (SCFA) ve diğer metabolitler yemin lezzetini arttırmakta ve bağırsak sağlığının gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Önceki bir çalışma, Selüloz monomonas ve *Bacillus foecalis* alkalijenlerinin karışık kültürünün, substrattaki selüloz konsantrasyonunu azalttığını göstermiştir (Liao ve ark. (2009), *Aspergillus niger*, *Trichoderma* ve mısır samanına 1:2:1 oranında 6 gün süreyle inoküle edildiğinde (aşılama miktarı %12, inkübasyon sıcaklığı 31 C), ham protein (CP) içeriğini ortamda 10 kat artmış ve ham lif (CF) içeriği %36,2'den %18,47'ye düşmüştür (Srivastava vd., 2019).

3.2. Nişasta olmayan polisakkaritlerin bozunması

Bağırsak florası kademeli olarak gelişmesinde, floranın “gıdası” olarak rasyon selülozu etkisi önemli düzeyde etkili olmuştur. Mikroorganizmalar, KHF üretimi sırasında rasyon lifini parçalayabilir ve bağırsak florası tarafından daha kolay kullanılan çeşitli monosakkaritleri üretebilmektedir. Tuyen vd. 2012; Baurrho vd 2010; Basu vd. 2002) ¹Bununla birlikte KHF işleme, monosakkaritler, prebiyotik ve

probiyotik görevi görerek mikroorganizmaların artmasını sağlayabilmektedir. Farklı selüloz yapılarının(lif) bozulması, selüloz bileşenlerinin farklılığı ile yakından ilgili olmaktadır. Liflerin özelliklerine bağlı olarak, sinerjistik bir bozulma sistemi kurmak için, belirli bir bileşeni parçalamak üzere yüksek verimliliğe sahip mikrobiyal suşları seçilebilmektedir (Tablo 2) (Soccol vd.,2017; Colombatto vd. 2003).

3.3. Substrat özellikleri

Birçok bilim insanı, soya fasulyesi küspesinin fermente edilebileceğini ve katı halde *Aspergillus oryzae*, maya ve *Lactobacillus* tarafından ham protein konsantrasyonunu artırabileceği bildirilmiştir. Bu konsantrasyon artışları, mikroorganizmaların organik maddeleri tüketmesi ve proteinin “konsantrasyon etkisi” ile sonuçlanması nedeniyle oluşmaktadır. Ayrıca amonyum tuzlarının etkin kullanımı ve bakteriyel protein artışı da ham protein artışına katkıda bulunacağına dair bilgiler bulunmaktadır. Başka bir çalışmada, soya fasulyesi küspesinde bir anti-besinsel faktör olan fitik asidin, soya fasulyesi ile fermantasyon yoluyla neredeyse tamamen parçalanabileceğini bildirilmiştir. Rashika vd.2022)

Benzer şekilde, *Aspergillus usamii* ve *Bacillus subtilis* başlatıcı kültür olarak kullanılarak soya fasulyesi küspesinin fermantasyonu sonucunda proteinler amino asitlere büyük ölçüde dönüşürler ve tripsin ve kimotripsin inhibitörlerinin ortadan kalkmasına sebep olabilir (Feng vd, 2007). KHF'de kullanılan organizmalar, potansiyel olarak zararlı maddelerini kaldırabilen, içeriğin depolama niteliklerini geliştirebilen ve hastalığa neden olma riskini azaltabilen ürünlere dönüştürebilmektedir. Bununla birlikte, hangi KHF işleminin ne ölçüde güvenli olduğu ve gerekli güvenlik düzeyine ulaşmak için fermantasyon işlemlerinin nasıl yürütülmesi gerektiği çok önemli olmaktadır. Bununla birlikte bazen, fermantasyon işlemi, vitaminler ve amino asitler, özellikle sentetik amino asitler gibi besin maddelerinin kaybına sebep olabilmektedir. Çok sayıda araştırma, çoklu substratların ve başlatıcı kültürlerin kullanılmasının, KHF ile geliştirilebilecek yem kaynaklarının kapsamını genişleteceğini, yemin dönüşümünü teşvik edeceğini ve insanların yem kaynaklarını daha etkin kullanabileceği belirtilmiştir (Rashika vd2022)

4. Inkübasyon parametreleri

KHF'nin özellikleri sıcaklık, nem içeriği ve farklı yem kalitesine yol açan kuluçka süresi ile yakından ilişkilidir. Bunlar hakkında aşağıda bilgi verilmiştir.

4.1. Sıcaklık

Uygun sıcaklık, mikroorganizmaların uygun büyümesini ve metabolik faaliyetlerinin normal olmasını sağlamaktadır Liu ve ark. (2010). *A. oryzae* A-9005, soya fasulyesi küspesinin fermantasyon sıcaklığı 30 C'den (enzim üretimi için optimum sıcaklık) 45 C'ye (proteazlar için optimum hidroliz sıcaklığı) ayarlandığında, soya fasulyesi peptidinin dönüşüm oranını, 72 saatlik inkübasyonun ardından %50'den %54.51'e yükseltmektedir. Uygun sıcaklık, kararlı fermantasyon süresini kısaltabilmekte ve fermantasyon ürünlerini iyileştirebilmektedir. Enzimatik kinetik açısından bakıldığında, artan sistem sıcaklığı mikroorganizmaların reaksiyon hızını, büyümesini ve metabolizmasını hızlandırabilmektedir (Pandey, 2003). Bununla birlikte, enzim aşırı sıcaklık ile kolayca inaktive edilmekte ve mikroorganizmaların hızlı büyümesi ile ek ısı üretebilmektedir.

Katı hal fermantasyon, beslemesinin zayıf ısı transfer verimliliğini, substratların sıcaklığında keskin bir artışa yol açabilmektedir. Fazla ısı zamanında dağıtılamazsa mikroorganizmaların büyümesi ve metabolizması sınırlanmaktadır. Başka bir çalışma, soya fasulyesi küspesi bileşik bakteriler tarafından fermente edilirken, inkübasyon sıcaklığının soya fasulyesinin proteaz tarafından hidrolizi için en uygun sıcaklığı aştığını ve ısınmasının arttığı ortaya çıkmıştır.

4.2. Nem oranı

Yüzeylerin nem içeriği, fermentasyonda nihai ürünlerin niteliklerini etkileyen önemli bir faktörlerdendir. KHF'nin en büyük eksikliklerinden biride serbest su yetersizliğidir. Düşük nem içeriği, besinlerin ve metabolitlerin difüzyonunu azaltmaktadır ve enzimlerin aktivitesini etkileyerek mikroorganizmaların sınırlı büyümesine neden olmaktadır. Aksi durumda, aşırı nem içeriği substratların gözenekliliğini, oksijen ve ısı transferini azaltmakta ve mikotoksin kontaminasyonu riskini ise artırmaktadır. Uygun olmayan nem içeriği, mikroorganizmaların büyümesine ve pH stabilitesine elverişli olmama ve nem içeriğinin artmasıyla, KHF'nin kuru madde geri kazanımı kademeli olarak azalmaktadır (Rashika vd.2022) Bir çalışmada, fermente soya fasulyesi küspesi ile hazırlanmış rasyonda (*Saccharomyces cerevisiae*: A. *oryzae*: B) nem içeriğinin artmasıyla birlikte, amino asitlerin kaybı ve bozulma derecesi ile reaksiyona giren toplam uçucu bazik nitrojen (TVB-N) içeriğinin arttığını göstermiştir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, fermentasyon substratlarının nem içeriğinin, substratların özelliklerine (granül, hidrolitik), mikrobiyal özelliklere (anaerobik, aerobik veya fakültatif anaerobik; sıcaklık ve süre) göre ayarlanması gerektiğini güçlü bir şekilde göstermiştir. Sirke tortusu, buğday kepeği, mısır unu ve soya fasulyesi küspesi 9:2:1:1 oranında karıştırılmış ve nem içeriği %33,8 olarak kontrol edilmiştir. Oda sıcaklığında 5 günlük anaerobik fermentasyon sonrasında *Lactobacillus plantarum*, *Bacillus licheniformis* ve *Saccharomyces boulardii* $2,7 \times 10^7$, Sırasıyla $1,4 \times 10^8$ ve $3,4 \times 10^6$ cfu/g sayıya ulaşmıştır (Yang vd, 2020). Bu inkübasyon koşulu altında, KHF'nin kalitesi garanti edilebilir ve raf ömrü maksimum ölçüde uzatılabilir.

4. 3. Inkübasyon zamanı

Kuluçka süresinin KHF kalitesi üzerindeki etkisi de çok önemli olmakta ve inkübasyonun erken aşamalarında, substrat, mikroorganizmaların kuvvetli bir şekilde büyümesini sağlamak için yeterli besin içermekle birlikte uygun zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Fermentasyon erken sonlandırılırsa, fermentasyon tamamlanmamış olur ve son ürünün konsantrasyonu çok düşük veya başarısız olmaktadır. Ancak fermentasyon süresi çok uzun olursa, besinler büyük miktarlarda tüketilmekte ve bakteri sayısında azalma meydana gelmekte azalır ve otofaji meydana gelebilmektedir. Wang ve ark. (2017), inkübasyon koşullarının fermente soya fasulyesi küspesinin beslenme kalitesi üzerindeki etkilerini tek faktör tasarımıyla incelenmiş ve sonuçlar, optimum fermentasyon koşullarının aşağıdaki gibi olduğunu ayarlanmıştır. Başlangıç su içeriği %40; şeker içeriği %0.5, nötr proteazın asit proteaza oranı 3:1; ekzojen proteaz % 0.3; 40 °C'de 5 gün anaerobik fermentasyona maruz bırakılmıştır. Sonuç olarak, uzun süreler boyunca sağlam, tekrarlayan ve güvenli fermentasyon döngüleri sağlamak amacıyla bakteri suşları için karmaşık bir kinetik model oluşturmak için çevresel değişkenlerin optimumlarının daha kesin olarak tanımlanması gerekmektedir (Thomas *vd.*, 2013).

4. Hayvan besleme KHF ile yapılan bazı çalışma sonuçları

Son yıllarda, standart yemlere bağımlılığı azaltmak için çoğunlukla kullanılmayan yeni yem kaynakları bulmak, hayvancılıkta maliyeti azaltmada ve alternatif yem kaynağı elde edilmesi önem kazanmaktadır. Avrupa Birliği antimikrobiyal büyüme destekleyicileri olarak antibiyotik kullanımını yasakladıktan sonra, hayvanların sağlığını ayarlamak için KHF'ye olan ilgi dramatik bir şekilde artmıştır. Ortaya çıkan KHF biyokütlesi lif matrisini hafifleştirip, nitrojen içeriğinin besleyici değeri artırmaktadır. KHF ile elde edilen ürünler hayvan yemine ilave edildiğinde, geviş getiren ve geviş getirmeyen hayvanların metan emisyonunu azaltmanın yanı sıra, besin maddesi etkinliğini, bağırsak sağlığını ve verim performansını iyileştirmeye yönelik bilgiler bulunmaktadır (Rashika vd. 2022; Soccol vd.,2017).

Tablo 3. Hayvan Beslemede KHF nin uygulanması

Ekonomi Sektörü	Uygulama	Örnekler
Endüstriyel Fermentasyon	Enzymes Üretimi	Amylases, amyloglucosidase, cellulases, proteases, pectinases, xylanases, glucoamylases
	Bioaktif Ürünler	Mycotoxins, gibberellins, alkaloids, antibiotics, hormones
	Organik asit üretimi	Citric acid, fumaric acid, itaconic acid, lactic acid
	Biofuel	Etanol üretimi
	Çeşitli bileşikler	Pigments, biosurfactants, vitamins, xanthan
Tarımsal yem Endüstrisi	Mahsul kalıntılarının biyotransformasyonu	Fermente edilmiş geleneksel gıda (Koji, sake, ragi, (empeh), protein zenginleştirme ve tek hücreli protein üretimi, mantar üretimi.
	Yem ve gıda katkıları	Aroma bileşikleri, boya maddeleri, esansiyel yağlar ve organik asitler
Çevresel kontrol	Biyoremediasyon ve tehlikeli maddelerin biyolojik bozulması	Caffeinated residues, pesticides, polychlorinated biphenyls (PCBs)
	Tarımsal endüstriyel atıkların biyolojik detoksifikasyonu	Kahve posası, manyok kabukları, kanola unu, kahve kabuğu

Bir mantarın, *Crinipellis* sp. RCK-1 buğday samanının hücre duvarı bileşimi ile *in vitro* çalışması sonucunda %40 oranında ham proteinde artış ve ligninin parçalanması ise 100g ve 500g substratlarda sırasıyla, %28.26 ile %16.06 oranında olmuştur. Mısır-soya fasulyesi küspesi ağırlıklı karma yemde, *Bacillus subtilis* ve ardından *Enterococcus faecium* ile iki aşamalı fermentasyon, anti beslenme faktörlerini (ANF'ler), soya antijenik proteini, nötr deterjan lifi (NDF) ve fitik asit oranı önemli bir şekilde azaltmış ve trikloroasetik asitte çözünür proteini ve ham proteini artırdığı rapor edilmiştir. Karma yemdeki soya fasulyesi antijenik proteinlerinin (β -konglisinin ve glisinin) miktarları, *Bacillus subtilis* ile birinci aşama fermentasyondan sonra önemli ölçüde azalmıştır (Rashika vd2022) Parmar 2019). Bununla birlikte, iki aşamalı fermentasyonun ardından inokule edilmiş karma yem, inokule edilmemiş yeme kıyasla daha yüksek konsantrasyonda ham protein (CP), kül ve toplam fosfor (P) içerirken, fermente edilmiş yemdeki nötr deterjan lifi (NDF), hemiselüloz ve fitat P konsantrasyonları inokule edilmiş yemde sırasıyla %38, %53 ve %46 azaldığı gözlenmiştir ($P < 0.05$) (Shi vd. 2017)

Tablo 4. Katı hal fermente yeminin (KHF) hayvansal üretim performansına etkisi.

Hayvan	Periyot	Substrate	Başlangıç Kültürü	İlave %	Etkileri
Tavuk	1 -28 gün	Kırmızı ginseng		1	
	1 - 35 gün	Pirinç kepeği	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>	5	Yem dönüşüm oranı Canlı ağırlık artışı
	120 - 155 gün	Karma yem	<i>Bacillus subtilis,</i> <i>Enterococcus faecium,</i> <i>Bacillus subtilis</i>	25	Ortalama günlük yem tüketimi, Ham protein, yağ sindirebilirliği
	1 - 21 gün	Soya Fasulyesi	<i>Bacillus subtilis</i> <i>Bacillus subtilis</i>	5	Metabolize olabilir enerji
	1 - 42 gün	Karma yem	<i>Bacillus subtilis</i>	1	Ortalama günlük canlı ağırlık kazancı, yem tüketimi, yem dönüşüm oranı
	1 - 42 gün	Vişne çekirdeği	<i>Aspergillus niger</i>		Sindirim sistemi yapısı

5.1. Performans etkileri

Yemdeki organik bileşikler mikroorganizmaların etkisi altında, karmaşık makromoleküler küçük moleküllere ayrılır bu hayvanların rahatlıkla kullanabileceği maddeler olmaktadır. Bu sırada besleyici bakteri proteinleri ve çeşitli metabolitler üretilmekte ve katı hal fermente yem ekşi bir kokuya sahip olarak hayvan iştahı artırmaktadır. Bu durum hayvanların yem tüketimine olumlu etki ederek hayvansal üretim performansını artırabilmektedir. Endojen hidrolize edici enzimlerin eksikliği nedeniyle, nişasta olmayan polisakkaritler (NSP) monogasrik hayvanlar tarafından sindirilemezler. Bunun ana sebebi, nişasta olmayan polisakkaritler (NSP) nin sindirimin viskozitesini artırabileceği ve bağırsaklardaki besinlerin sindirilebilirliğini azaltabileceğini ile ilgili araştırma sonuçları olmuştur. Mahesh and Mohini, (2013)Yapılan araştırmalarda, besleme denemeleri kolza tohumu küspesi, buğday, yulaf ve arpanın fermantasyonunun, muhtemelen çözünür NSP'nin azalması nedeniyle, fermente edilmemiş tahıllara kıyasla hayvan performansını iyileştirebileceğini göstermiştir.Pan vd. (2018) Bu nedenle, fermantasyon sırasında çözünür NSP, yem bileşenlerinin besleyici değerini ve sindirilebilirliğini geliştirmekte ve monogastrik hayvanların performansını iyileştirmede önemli bir faktör olduğu sonucuna varmak mantıklı görünmektedir. Piliçler, tavşanlar, Landes kazları için KHF'nin olumlu etkileri, kuzu ve besi sığırları da yapılan çalışmalarda farklı sonuçlarda ortaya çıktığı bildirilmiştir (Tablo 3Maleki vd. 2016). Bazı araştırmacılar, KHF'deki düşük pH ve bazı metabolitlerin (örneğin asetik asit, biyojenik aminler) yüksek konsantrasyonunun lezzeti bozduğuna ve sonuç olarak yem alımını azalttığı sonucuna varılmıştır (Brooks vd, 2001; Moran, 2001). Bunun sebebi, KHF'de mikrobiyal fermantasyon yoluyla başta lizin olmak üzere serbest amino asitlerin ortadan kalkmasının, KHF ile beslenmenin büyüme performansı üzerindeki olumsuz etkisinin muhtemelen ana neden olduğu bildirilmiştir.

Yaşar ve ark. Fermente buğday, arpa ve yulaf takviyesinin rapor edildiğine göre, 21. ve 42. günlerde piliçlerin canlı ağırlıklarında, yem alımında ve yemden yararlanma oranlarında (FCR) önemli bir gelişme görülmüştür. Benzer şekilde, Yaşar ve ark. 42. günde 5.0 ve 10 g/kg YFA (Maya fermente yem katkı maddesi) ve NYFA (Maya dışı fermente yem katkı maddesi) ile desteklenmiş rasyonlarla beslenen

etlik piliçlerde ağırlık artışında ve yemden yararlanma oranında önemli artışlar gözlemlenmiştir. Başka bir çalışmada Kanyinji ve Moonga tarafından bildirilen %75 fermente manyok küspesinde (FCM) mısır değiştirildiğinde daha iyi büyüme performansı ile benzer etki elde edilmiştir (Shi vd. 2017)

5.2. Sindirim sistemi ekolojisine etkisi

KHF'nin kullanımı gastrointestinal bakteriyel ekolojiyi etkileyebilen gastrointestinal flora ve metabolitler ile gösterilmektedir (Rene vd, 2001). Bir hayvanın bağırsak mikroflorası patojenlerin kolonizasyonunun nedeniyle, hastalıklardan gastrointestinal sistem korunmada en önemli engeldir (Patterson vd, 2003). Katı hal fermente yemler benzersiz özellikleri nedeniyle üst gastrointestinal sistemin asitleşmesine yol açar ve çiftlik hayvanlarına faydalı bakterilerin oluşması için uygun koşulları sağlamaktadır. Ayrıca, gastrointestinal yolun pH'ını azaltabilen ve patojenik bakterilerin neden olduğu enfeksiyona karşı rekabetçi bir dışlama yaratabilen KHF üretiminde SCFA üretildi. Bazı çalışma, KHF'nin gastrointestinal sistemin farklı bölümlerinde interobacteriaceae ve Salmonella seviyelerini azaltabildiğini ancak Lactobacilli'nin arttığını göstermiştir. KHF'nin artan konsantrasyonlarda laktik asit ve kısa zincirli yağ asitleri içermesi (KZYA) nedeniyle daha düşük bir bağırsak pH'ına yol açmaktadır. Enterobacteriaceae ve Salmonella için önerilen azalma, ayrılmamış laktik asit ve KZYA ile ilgilidir, çünkü bunlar bakteri zarından serbestçe geçer, ancak ayrılmış asitler geçmez. Fermente sonucunda bakteri hücrelerinin içindeki asitler ayrılarak pH düşer ve bu da enzimatik ve proton hareket ettirici kuvvetlerin faaliyetlere yol açmaktadır. Ve ayrıca, anyonik yapısıyla kendisi de bakterilere zarar vererek, Enterobacteriaceae'de azalma olduğunu göstermiştir. (Shi vd. 2017)

Ksilitol, propiyonat üretimini artırmak için fosfoasetiltransferazın transkripsiyonunu teşvik edebilmekte ve böylece Escherichia ve Staphylococcus'un büyümesini engellemek için pH değerini düşürmektedir. Böylece, Lactobacillus'un Enterobacteriaceae ve Staphylococcus aureus üzerindeki inhibitör etkileri, tek başına pH'taki bir düşüşten kaynaklanmaktadır (Livd., 2009). Ayrıca Lactobacillus, Lactobacillin salgılayabilir ve patojenik bakterilerin büyümesini engelleyebilen organik asitler, CO₂ ve H₂O₂ üretebilmektedir (LAI, 2002; Zhang, 2006).

Laktobasilin, patojenik bakterilerin vücuduna seçici olarak girerek ve onun genetik materyalini veya önemli metabolik yollarını yok ederek Gram-pozitif bakterileri inhibe eden bakterisidal bir peptitlerden oluşmaktadır. Bununla birlikte, H₂O₂ peroksidaz-tiyosiyanat sistemini aktive edebilmekte, laktat peroksidazı hidrojen peroksit ile birleşebilmekte ve inhibe edilen patojenik bakterilerin büyümesini engelleyen oksidatif ara ürünler üretmek için tiyosiyanat ile reaksiyona girebilmekte ve CO₂ bazı gram-negatif bakterilerin büyümesini engelleyebilmektedir (Rashika vd.2022)

Alternatif olarak, patojenik bakterilerdeki azalmalar, gastrointestinal kanalda mikrobiyal fermantasyon için mevcut substratların azalmasına ve azalmayı kısmen açıklayabilen yem fermantasyonu ile ince bağırsakta besin maddelerinin sindirilebilirliğinin artmasına bağlı olabilir. Bahsedilen tüm bu çalışmalar, KHF'nin, hayvanların gastrointestinal ekolojisini ve genel sağlığını iyileştirerek, antibiyotik ikameleri ile benzer şekilde hareket edebileceği bulgusunu açıklamaktadır.

Fermantasyonda üretilen yüksek asetik asit, beyin tarafından kan-beyin bariyeri yoluyla emilebilir, böylece iştahı bastıran nöropeptitlerin ekspresyonunu teşvik etmekte ve iştah azalmaktadır (Kimura vd, 2013). Düzensiz beslenme davranışı, BGM'nin eşlik ettiği obeziteye veya yiyecek bağımlılığına yol açmakta ve BGM etkileşim mekanizması stabil hale gelmektedir (Gong vd, 2020; Jais vd, 2020). Tokluk ve bağırsak iltihabının aracılık ettiği beyin homeostazını bozarak, hedonik geri bildirim mekanizması ve gıda alımının inhibisyon mekanizması üzerinde önemli bir etkiye yol açmaktadır. Özetle, KHF'nin gastrointestinal ekoloji üzerinde büyük etkisi vardır ve mikroflora ve metabolik davranıştaki değişiklikler dahil olmak üzere, metabolizmasında hayati rol üstlenir. Buna göre KHF ile besleme ayrıca gastrointestinal ekolojiyi iyileştirmek ve hayvanlar için enterik hastalıkların enfeksiyon hassasiyetlerini azaltmak için etkili bir strateji olacaktır.

Bağırsak mukozası, steril iç ortamı zararlı lümen içeriklerinden korumakta ve zararlı rasyon maddelerine ve patojenlere karşı savunma ve rasyonu oluşturan besin maddelerinin sindirimi ve emiliminde çok

önemli işlevlere sahiptir (Sugiharto ve ark. 2015). Villus yüksekliğinin artması sonucu yüzey alanının artmasıyla mevcut besinlerin daha fazla emilmesiyle göstermektedir (Baurhoo ve ark. 2007). Bu villusların araları (kript) yeni doku üretimi için gerekli yüksek enerji talebinin karşılanmasına yardımcı olmaktadır (Yason ve ark. 1987). Bağırsaktaki ek doku döngüsü, gerekli besin ihtiyacını artırarak, hayvanın büyüme performansı açısından verimi düşürecektir. *Pleurotus eryngii* (FSHP) gruplarına sahip %0,5 ve 1,0 soya kabuğu içeren fermentasyon ürünleriyle beslenen tavuklarla yapılan bir araştırma, kontrol ve %0,5 fermente soya fasulyesi kabuğu (FSBH) gruplarına göre daha yüksek ileum villus yüksekliğine sahip olmuştur. Ayrıca, rasyonda %0,5 FSHP dahil edilmesi, diğer gruplara göre önemli ölçüde en yüksek villus yüksekliği/kript derinliğini göstermiştir ($P<0,05$) (Lai ve ark. 2015). Benzer şekilde, Chu ve ark. (2017), ileumda villus yüksekliği ve villus yüksekliği/kript derinliği oranının önemli ölçüde arttığını bildirmiş ve *Trichoderma pseudokoningii* (FWB) ile fermente edilmiş %10 buğday kepeği araştırıldığında, morfolojik değişiklikler veya spesifik olmayan patolojik lezyon insidansı görülmemiştir. Bu mevcut literatürler, katı fermente edilmiş yemin bağırsak morfometrisini ve morfolojisini geliştirdiğini ve bunun sonucunda besin maddelerinin daha iyi kullanılmasıyla birlikte tavukların büyüme performansını arttığını kanıtlamaktadır.

5.3. Bağışıklık mikroflorasına etkisi

Organizmanın iç ortamı bütünseldir ve enterik mikroorganizmaların bileşimindeki değişiklikler hayvanların bağışıklık tepkilerini etkilemektedir. Bağımsız bir antijen olarak mikroorganizma, bağışıklık savunma fonksiyonunu uyardırma ve oksidatif stresi azaltma yeteneğini geliştirmede hayati bir rol oynayabilmektedir. KHF ile beslenmenin ölüm oranlarını azalttığı ve hayvanların bağışıklık tepkilerini olumlu yönde etkilediği giderek daha fazla araştırmacı tarafından kabul edilmektedir. *Lactobacillus* aracılı bağışıklık tepkilerinde, KHF aynı zamanda hücresel aracılı bağışıklık tepkilerini uyardırma ve KHF ile beslemek, yukarıda açıklanan bağırsakta *Lactobacillus* içeriğinde bir artışa yol açmaktadır. *Lactobacillus* aracılı immünomodülatör aktivitelerin tam mekanizması henüz tam olarak bilinmemekle birlikte, bağırsaklarda mukozal immüniteyi, humoral immüniteyi ve hücresel immüniteyi uyarabilmekte ve bunların tümü immün yanıtların indüklenmesinde ve düzenlenmesinde çok önemli bir rol oynayabilmektedir. Bağırsak sisteminde yerleşik flora olarak, KHF'deki *Lactobacillus*, bağırsak epitel yüzeylerindeki spesifik reseptörlere bağlanmakta ve bağırsak epitel yüzeylerini stabil ve düzenli bir şekilde kolonize ederek etkili bir mukozal bariyer görevi görmektedir (Shiyan ve ark., 2014). Bununla birlikte, *Lactobacillus* ayrıca ince bağırsak lenfoid dokusunda B hücrelerinin çoğalmasını teşvik edebilmekte, mukozal bağışıklık tepkilerini artırabilmekte ve plazmositleri yüksek konsantrasyonda IgA üretmeye teşvik ederek hayvanların bağışıklık fonksiyonunu geliştirebilmektedir (Kabir, 2009).

Ayrıca, probiyotiklerin ve bunların KHF'deki metabolizma ürünlerinin bağırsak mukozasındaki lenfositleri uyarabildiğini ve interlökin, tümör nekroz faktörü ve interferon üretimini destekleyebildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, KHF'de kullanılan *Bacillus subtilis*, bağışıklık sisteminin gelişimini aktive edebilmekte ve antikör seviyelerini iyileştiren B lenfositini uyarabilmektedir (Yu ve ark., 2011).

5.4 Hemato-biyokimyasal parametreler ve antioksidan durumu üzerindeki etkisi

Fermente pamuk tohumu küspesi (FCSM-1) ile beslenen etlik piliçlerde serum glutatyon peroksidaz seviyesi (GSH-Px) ve toplam süperoksit dismutaz (T-SOD) aktivitelerinin pamuk tohumu küspesinden (CSM) daha yüksek olduğunu belirtmiştir. 21. günde grup ($P<0,05$) ve serum malondialdehit (MDA) seviyesi daha düşük ve serum MDA seviyesi düştükçe ($P<0,05$) serum total antioksidan kapasitesi (T-AOC) ve GSH-Px aktiviteleri daha yüksek olmuştur ($P<0,05$). Fermente pamuk tohumu küspesi (FCSM) ile beslenen broyler piliçlerinde 42. gününde FCSM'nin serum toplam protein (TP), albümin (ALB) ve kan üre nitrojeni (BUN) düzeylerinde azalma olmuş ve 21. ve 42. günlerde ($P<0,05$) pamuk tohumu küspesine (CSM) göre daha iyi etkisi gözlenmiştir (Wang ve ark. (2017).

Muhammed ve Oloyede, (2009) ham *Terminalia catappa* tohum küspesi bazlı rasyon, *Aspergillus niger* ile fermente edilmiştir. *Terminalia catappa* tohum küspesi bazlı rasyonla beslenen piliçlerin hemoglobin (Hb), kırmızı kan hücreleri (RBC), hücre hacmi (PCV-kanın oksijen taşıma kapasitesini iyileştirmek ve

kan hacmini eski haline getirmek), ortalama korpüsküler hacim (MCV), ortalama korpüsküler hemoglobin (MCH) içeren hematolojik indekslerin seviyesindeki iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Ortalama korpüsküler hemoglobin konsantrasyonu (MCHC), beyaz kan hücreleri (WBC) ve trombositler, Sugiharto ve arkadaşlarının bulgularında (2016), 21. günde 80-CP-AC (cassava pulp-Acremonium charticola) ve 240-CP-AC takviyeli piliçlerde H/L oranı diğer tavuklara göre daha düşük ($P<0.01$) iken lökosit sayısı daha yüksek olmuş ve 240-CP-RO (cassava pulp-Rhizopus oryzae) ve 160-CP-ACRO (Acremonium charticola-Rhizopus oryzae) grubu ile beslenen tavuklarda diğer gruplardan daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, fermente yemin hemobiyokimyasal ve antioksidan durumu üzerindeki önemli etkisi, hayvanların veya kanatlı hayvanların sağlık durumlarında ortaya çıkan iyileşmeyi desteklemektedir (Rashika vd.2022)

5. KHF işleminde yaşanan problemler ve alınabilecek önlemler

KHF, günümüzün ekolojik hayvan yetiştiriciliğinde giderek daha hayati bir rol oynamaktadır. Bununla birlikte, KHF'nin yenilikçi araştırma ve sanayileşme seviyesinin hala iyileştirilmesi gibi birçok sorunun çözülmesi beklemektedir. Başlangıç kültürü açısından, KHF suşlarının karmaşıklığı ve çeşitliliği nedeniyle çeşitli bakterilerin kontaminasyonu, ilaca dirençli genlerin transferi, toksik metabolitlerin oluşumu ve aşırı bağışıklık ortaya çıkmasını sonuçlandırmaktadır (Ezekiel ve ark., 2019). KHF'nin sürdürülebilir ve sağlıklı gelişimini sağlamak için, başlangıç kültürünün sıkı bir şekilde taranması ve tanımlanması esastır. Ayrıca KHF üretim sürecinin yanlış ele alınması KHF uygulamasını sınırlayan önemli bir faktördür.

Birinci olarak, nem kontrolü yapılmazsa ve buna bağlı olarak, KHF'nin su içeriği çok düşükse, besinlerin ve metabolitlerin difüzyonu yavaşlayacak ve mikroorganizmaların büyümesi sınırlanacaktır. Aşırı nem içeriği durumu, matrisin gözenekliliğini azaltacak, oksijen ve ısı transferini azaltacak ve mikotoksin kontaminasyonu riskini artıracaktır (Rashika vd.2022)

İkincisi, zaman kontrolü fermentasyon işlemi çok erken sonlandırılırsa ürün konsantrasyonu çok düşük olacaktır. Tersine, süre çok uzunsa, besinler büyük miktarlarda tüketilecek ve bu da mikroorganizma sayısının azalmasına neden olacaktır. Aynı zamanda mikroorganizmaların hızlı büyümesi kendi büyüme ve metabolizmalarının da kısıtlanmasına yol açabilmektedir.

Kontrol dışı KHF'deki asetik asit ve biyojenik âmin konsantrasyonu çok yüksek olursa yemin lezzetinin büyük ölçüde azalacağı unutulmamalıdır (Brooks vd, 2001; Moran, 2001). Ayrıca KHF fermentasyonu sırasında serbest amino asitlerin kaybolması da büyüme performansı üzerindeki olumsuz etkisinin ana nedeni olabilmektedir (Canibe ve ark., 2012).

Bu nedenle, fermentasyon sürecindeki mikroorganizmalar arasındaki diyalog mekanizması ve işlem parametrelerinin optimizasyonu, KHF'nin etkinliğini en üst düzeye çıkarmak için daha fazla çalışılmalı ve kontrol altına alınmalıdır. Ayrıca, KHF ile ilgili kusurlu ürün kalite standartları ve iyileştirilmesi gereken besleme modu gibi bazı sorunlar da bulunmaktadır. KHF standartları açısından dünyada fermente ürünlerin kalite değerlendirmesi için birleşik bir standart yoktur (Yu vd., 2019). Bunun ana sebebi ise, aktif maddelerin türü ve içeriği gibi etki eden maddelerinin bilinmesindeki zorluklar, KHF'nin kalitesini belirlemede önemli bir zorluk olarak görülmektedir. Ayrıca depolama şartlarının kontrolünde yapılan eksiklikler, KHF'nin depolanması esnasında fermentasyondan sonra nem içeriği ve mikroorganizma sayısının artışlarının kontrolünü zorlaştırabilmektedir. Depolama süresinin artmasıyla birlikte, mikrobiyal metabolizma KHF'deki besinlerin çoğunu tüketecek ve bu da besin değerinin düşmesine neden olabilecektir. Uygulama teknolojisi açısından, mikrobiyal ve hayvan beslenmesinin sinerjisi ve güvenliği konusundaki farkındalığın geliştirilmesi, beslenme veri tabanı ve uygun ilave miktarının daha da geliştirilmesi gerekmektedir.

Gelecekte, KHF'nin araştırma ve geliştirme çalışmaları, güçlü anti-nutrisyonel faktör bozunma kabiliyetine, kolonizasyon kabiliyetine ve zengin metabolitlere sahip karakteristik suşların taranmasına, hammaddelerin sindirimi ve emilimi için biyolojik gücün değerlendirilmesine, vücut sağlığının

iyileştirilmesine ve iyileştirmeye odaklanacaktır. Böylece, hayvansal ürün kalitesinin ve fermantasyon sürecinin ve ürün kalitesinin dinamik olarak izlenmesi mümkün olabilecektir (Rashika vd.2022)

6. Sonuç ve Öneri

Temel olarak, modern tarım için KHF'ye ilişkin bilinmeyenler ve KHF nin önemi üzerine bazı noktalara dikkate çekilmiştir. Alternatif hammadde veya var olan hammaddelerin etkinliğinin artırılmasına yönelik fermentasyon çalışmalarının daha iyi bir şekilde anlaşılması ve yeterli bilginin oluşması KHF nin daha aktif bir şekilde kullanımını sağlayacaktır. Çünkü, KHF'nin büyüme performansı, gastrointestinal ekoloji ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkileri ispatlanmıştır. Tahmin edilebileceği gibi, bu kadar basit bir teknolojinin dünyanın dört bir yanındaki bilim adamlarının dikkatini çekmesi gayet makul bulunmuştur. Ancak uygulama ve geliştirme teknolojisindeki belirsizliklerin ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Kaynakça

- Barrios Gonzalez, J T.E. Castillo, A. Mejia, Development of high penicillin producing strains for solid-state fermentation, *Biotechnol. Adv.* 11 (1993) 525537.
- Basu S, Gaur R, Gomes J, Sreerishnan TR, Bisaria VS. Effect of seed culture on solid state bioconversion of wheat straw by *Phanerochaete chrysosporium* for animal feed production. *Journal of Bioscience Bioengineering.* 2002; 93:25-30.
- Baurhoo B, Phillip L, Ruiz-Feria C. Effects of purified lignin and mannan oligosaccharides on intestinal integrity and microbial populations in the ceca and litter of broiler chickens. *Poultry Science,* 2007; 86:1070- 1078.
- Carbou, Q.M. Claeys-Bruno, I. Bombarda, M. Sergent, J. Jolain, S. Roussos, experimental design and solid state fermentation: a holistic approach to improve cultural 33 Volume 3 – Issue 12 Online ISSN: 2582-368X medium for the production of fungal secondary metabolites, *Chemom. Intell. Lab. Syst.* 176 (2018) 101107.
- Chu YT, Lo CT, Chang CT, Lee TT. Effects of *Trichoderma* fermented wheat bran on growth performance, intestinal morphology and histological findings in broiler chickens, *Italian Journal of Animal Science.* 2017; 16(1):82-92.
- Colombatto D, Mould FL, Bhat MK. Use of fibrolytic enzymes to improve the nutritive value of ruminant diets. A biochemical and *in vitro* rumen degradation assessment. *Animal Feed Science and Technology,* 2003; 107:201-209.
- Fazaeli H, Mahmoodzadeh H, Jalan ZA, Rouzbenhan Y, Liang JB, Azizi A (2004). Utilization of fungal treated wheat straw in the diet of late lactating cow. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 2004. 17:467-472.
- Jalc D, Zitnan R, Nerud F (1994). Effect of fungus treated straw on ruminal fermentation *in vitro.* *Anim. Feed Sci. Technol.* 46:131-141.
- Kanyinji F, Moonga M. Effects of replacing maize meal with rumen filtrate-fermented cassava meal on growth and egg production performance in Japanese quails (*Coturnix japonica*). *Journal of Advance Veterinary Animal science Research.* 2014; 1(3):100-106.
- Kamra DN, Zadražil F (1988). Microbiological improvement of lignocellulosics in animal feed production: a review. In: F Zadražil, P Reiniger (Eds.), *Treatment of Lignocellulosics with White-Rot Fungi.* Elsevier, Essex, UK, pp. 56–63.
- Lai LP, Lee MT, Chen CS, Yu B, Lee TT. Effects of co-fermented *Pleurotus eryngii* stalk residues and soybean hulls by *Aureobasidium pullulans* on performance and intestinal morphology in broiler chickens. *Poultry Science.* 2015; 94:2959-2969.
- Mahesh MS, Mohini M. Biological treatment of crop residues for ruminant feeding: A review. *African Journal of Biotechnology.* 2013; 12(27):4221-423.
- Maleki SS, Mohammadi K, Ji KS. Characterization of Cellulose Synthesis in Plant Cells. *Scientific World Journal.* 2016, Article ID 8641373. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8641373>
- Manpreet, S., Sawraj, S., Sachin, D., Pankaj, S. and Banerjee, U.C., 2005. Influence of process parameters on the production of metabolites in solid-state fermentation. *Malaysian Journal of Microbiology,* 2(1), pp.1-9.

- Muhammad NO, Oloyede OB. Haematological Parameters of Broiler Chicks Fed Aspergillus niger-Fermented *Terminalia catappa* Seed Meal-Based Diet. *Global Journal of Biotechnology & Biochemistry*. 2009;4(2):179-183.
- Omer HAA, Ali FAF, Gad SM (2012). Replacement of clover hay by biologically treated corn stalks in growing sheep rations. *J. Agric. Sci.* 4:257-268.
- Oriol, E.M. Raimbault, S. Roussos, G. Viniegra-Gonzalez, Water and wateractivity in the solid-state fermentation of cassava starch by *Aspergillus niger*, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 27 (1988) 498503.
- Pan YG, Lin WC, Lo TC, Chang SC, Yu B, Ta T. Effects of substitution of Bermuda grass hay with *Trichoderma* fermented rice straw on growth, blood, and rumen fluid parameters in Barbados sheep. *Journal of Applied Animal Research*. 2018; 46(1):1162-1168.
- Pandey A. Solid-State fermentation, *Biochemical Engineering Journal*. 2003; 13(str.):81-84.
- Tuyen VD, Cone JW, Baars JJP, Sonnenberg ASM, Hendriks WH. Fungal strain and incubation period affect chemical composition and nutrient availability of wheat straw for rumen fermentation. *Bioresource Technology*, 2012; 111:336-342.
- Thomas L, Larroche C, Pandey A. Current developments in solid-state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, 2013; 81:146-161. doi: 10.1016/j.bej.2013.10.013.
- Sangsurasak, P. M. Nopharatana, D.A. Mitchell, Mathematical modeling of the growth of filamentous fungi in solid state fermentation, *J. Sci. Ind. Res.* 55 (1996) 33334
- Shi C, Zhang Y, Lu Z, Wang Y. Solid-state fermentation of corn-soybean meal mixed feed with *Bacillus subtilis* and *Enterococcus faecium* for degrading anti-nutritional factors and enhancing nutritional value. *Journal of Animal science and Biotechnology*. 2017; 8:50.
- Shrivastava B, Jain KK, Kalra A, Kuhad RC. Bioprocessing of wheat straw into nutritionally rich and digested cattle feed. *Scientific Reports*, 2014; 4:6360.
- Singhania RR, Sukumaran RK, Patel AK, Larroche C, Pandey A. Advancement and comparative profiles in the production technologies using solid-state and submerged fermentation for microbial cellulases. *Enzyme and Microbial Technology* 2010; 46(7):541- 549. doi: 10.1016/j.enzmictec.2010.03.010.
- Socol CR, Vandenberghe LS. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil, *Biochemical Engineering Journal*. 2003; 13:205-218.
- Wang Y, Deng Q, Song D, Wang W, Zhou H, Wang L, vd. Effects of fermented cottonseed meal on growth performance, serum biochemical parameters, immunefunctions, antioxidative abilities, and cecal microflora in broilers. *Food and Agricultural Immunology*, 2017; 28(4):725-738.
- Yasar S, Gok MS, Gurbuz Y. Performance of broilers fed raw or fermented and redried wheat, barley and oat grains. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*. 2016; 40:313-322.
- Zadrazil F, Permana IG, Wiesche C (1999). Is the conversion of lignocellulose into feed with white rot fungi realizable? Practical problems of scale up and technology transfer. *DeutscherTropentag* 1999, Berlin.

Besleyici Filmi Tekniği (NFT) Otomasyon Sistemde Kullanılan Dozaj (Peristaltik) Pompalarının Kalibrasyonu

Cafer GENÇOĐLAN¹, Serpil GENÇOĐLAN²

^{1,2} Department of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Kahramanmaraş Turkey

*Sorumlu yazar: gencoglan@ksu.edu.tr

Öz

Bu çalışmanın amacı, peristaltik pompaların debilerini iki emme yükünde ve beş besin çözeltisi kullanarak kalibre etmektir.

Konular, peristaltik pompalardan (PP1, PP2 ve PP3), 2 emme yükünden (SH30 ve SH60) ve 5 çözülden (musluk suyu (S1), stok A(S2), stok B(S3), nitrik asit(S4) ve potasyumdan oluşuyordu) hidroksit (S5)) oluşturulmuştur. Testlerde peristaltik pompaların 2 dakika boyunca pompaladığı sıvının hacmi belirlenmiş ve peristaltik pompaların debilerinin hesaplanmasında hacim-zaman ilişkisinden yararlanılmıştır.

Konuların debi üzerinde önemli etkisi ($p<0.01$) olmuştur. Pompaların (PP1, PP2 ve PP3) ortalama debileri 102.0, 103.4 ve 103.7 mL/dk olarak bulunmuştur. PP2 ve PP3'ün debileri, PP1'inkinden %1.36 ve %1.67 daha yüksektir. SH30 ve SH60 konularında debiler, 103.6 ve 102.5 mL/dk olarak bulunmuş, emme yüksekliği 30 cm'den 60 cm'ye çıkarıldığında debi %1.1 azalmıştır. En yüksek ortalama debi musluk suyunda (S1=104.7mL/dk) elde edilirken, en düşük ortalama debi (S5=101.2mL/dk) Stok B'de elde edilmiştir. S1, S2, S4 ve S5 debileri çözeltinin en düşük debisiyle (S3=101.2mL/dk) karşılaştırıldığında %3.51, %1.78, %1.1 ve %2.66 daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kalibrasyon, debi, çözelti, EC, pH, peristaltik

Calibration of Dosing (Peristaltic) Pumps Used in Automation System of Nutrition Film Technique (Nft)

Abstract

The aim of this study is to calibrate flow rate of peristaltic pumps using two suction heads and five nutrient solutions.

Treatments consisted of peristaltic pumps (PP1,PP2 and PP3), 2 suction heads (SH30 and SH60) and 5 solutions (tap water (S1), stock A(S2), stock B(S3), nitric acid(S4) and potassium hydroxide(S5)). In the tests, the volume of liquid pumped by the peristaltic pumps for 2 minutes was determined and the volume-time relationship was utilized to calculate flow rates of the peristaltic pumps.

Treatments had significant effect ($p<0.01$) on flow rates. The mean flow rates of pumps (PP1, PP2 and PP3) were found to be 102.0, 103.4 and 103.7mL/min. The flow rates of PP2 and PP3 are 1.36% and 1.67% greater than that's of PP1. Flow rates for SH30 and SH60 were found as 103.6 and 102.5mL/min, and flow rate decreased by 1.1% when the suction head increased from 30 to 60cm. The highest average flow rate was obtained in tap water (S1=104.7mL/min), while the lowest average flow rate (S5=101.2mL/min) was found for Stock B. Flow rates of the S1,S2,S4 and S5 compared with the lowest flow rate of solution (S3=101.2mL/min) were found to be higher as 3.51%, 1.78%, 1.1% and 2.66%.

Keywords: Calibration, flow rate, solution, EC, pH, peristaltic

Introduction

The growing of plants in plant nutrient element-rich water has been practiced for centuries. For example, the ancient Hanging Gardens of Babylon, the floating gardens of the Aztecs in Mexico, and the floating

islands in Turnalar Lake in Bingol's Solhan county were hydroponic by nature. The basic concepts of hydroponic plant cultivation were introduced in the 1800s. Hydroponics became popular in the 1930s and after the 1980s the technique began to be used in commercial vegetable and flower production (Resh, 2013).

In the world the traditional agriculture has experienced problems such as decreased soil fertility, soil degradation caused by continuous cultivation over the years, and most importantly the decrease in the amount of land per capita, soil-borne diseases and pests, low irrigation efficiency, the increase in the water requirement of cities and industry, and consequently decrease in groundwater. Therefore, there is a need for more productive and ecologically sustainable modern hydroponic farming systems alongside traditional agriculture. Hydroponics are recognized as cultivation systems that provide a reasonable solution to the problems of land and water scarcity, minimizing the risks associated with soil cultivation systems.

Preparing nutrient solutions and measurements and following of pH and EC in hydroponic are high labor cost and time consuming. Injecting by calibrated injector peristaltic pumps from stock solution, acid and alkali containers to plant nutrient containers provide labor economy and sustainability of hydroponics. In addition, the use of the calibrated peristaltic pumps in hydroponics enables the use of economical plant nutrient solutions, and to produce high quality and yielding hydroponics plants (Saaid et al., 2013; Chowdhury et al., 2020). In the hydroponic method, many methods have been developed to supply the plants with the nutrient solutions. However, little detailed information is available about the performance of these methods during the growths of plants. Nielsen (1984) suggested that the depleted nutrient and water in the hydroponics should be controlled by automation, taking into account the water level, nutrient concentration and pH.

There are different fertilizer dosing systems in both irrigation and hydroponic systems. These are fertilizer tanks, hydraulic piston motor injector, venturi injector, electric dosing pumps and hydraulic fertilizer injectors (proportional) (Netafim, 2015). In addition to these, the peristaltic pumps take place among them. Peristaltic pumps have many usage areas such as medicine, agriculture, food processing, chemical analytical equipment, chlorination and dosing, pharmaceutical industry, mining, pulp and paper plants and so on (Way et al., 1990; Klespitz and Kovács, 2014).

The peristaltic pump is a type of positive displacement pump, which is commonly used for transporting a variety of fluids (Jaffrin and Shapiro, 1971; Jacobs et al., 1996; Misra, 2005). The fluid flow is generated in the equipment by periodically pressing a tube segment to the pump housing (the manifold), where the increased pressure will move the fluid, while the backflow is prohibited. Most commonly the peristaltic pump contains a pump segment (and tubing), a manifold and a rotary pump head. The pump head is a rotor, which contains two or more rollers and these rollers press the tubing to the manifold; in this way pressure is generated in the tube. Peristaltic pumps can be classified by many points. One of the most significant differences can be characterized by tubing. In this respect, they can be classified two groups as the tube and the hose pumps. The tubes of pumps made of silicon, PVC, flouropolymer or other polymer. These are the most common type of peristaltic pumps tubing. The tube pumps can operate against less pressure, but they need smaller motors and force to operate. Hence, this way they are space-saving and cheaper. The hose pumps contain a pump segment, which is a reinforced tube, called hose. These hoses are harder to be pressed and this way they need bigger and stronger motors for the same flow. Hence, they are more expensive to operate. The main advantage of hose pumps is that they can operate against much higher pressure than tube pumps working up to 16 bars (Klespitz and Kovács, 2014).

Because the only interior of the tube of the pump is in contact with the fluid, it is easy to clean the inside surfaces of tube. Furthermore, since there are no moving parts in contact with the fluid, peristaltic pumps are inexpensive to manufacture. Their lack of valves, seals and glands makes them comparatively inexpensive to maintain, and the use of a hose or tube makes for a relatively low-cost maintenance item compared to other pump types (Frank's Hospital Workshop, 2023). It is important that silicon/plastic tubes in peristaltic pumps are used to prevent corrosion by the stock solutions and entrance into the

nutrient solution of elements such as copper and zinc, which could result in toxic levels to the plants (Resh, 2013).

In the literature, directly calibration of study of peristaltic pump is limited. Some directly and indirectly related studies were given following. Chowdhury et al. (2020) determined that the flow rate of peristaltic pump was 95 mL/min. Prodoz (2023) stated that flow rate of peristaltic pump was 83.33 mL/min. In the studies, the suction + pumping hydraulic head of the peristaltic pump was not specified. In another study, Tandil et al. (2018) calculated the volume of each nutrient according to the plant nutrition receipt and injected the calculated nutrient volumes to the nutrient solution container by controlling 10 peristaltic pumps. Fadillah et al. (2021) mixed the stock solution in A and B containers to the nutrient solution container using the on-off method. Way et al. (1990) tested two peristaltic pumps using undiluted liquid herbicide formulations at two formulation temperatures, and two pump outlet pressures. They found out that the maximum error in the volumetric metering rate was 41% for the smaller pump. Herbicide formulation and temperature significantly affected the mass and volume of herbicide metered by pump. Saaid et al. (2013) determined that 5.64 ml of acid and alkali is needed to change the acidity of 0.312 and alkali of 0.244. Hartanto et al. (2021) determined that the drippers should operate for approximately 9 minutes to increase the electrical conductivity (EC) of the nutrient solution from 0.3 mS/cm to 7 mS/cm. Domingues et al. (2012), using a solenoid valve, kept the nutrient solution EC of lettuce between 1.5-1.7 mS/cm and pH between 5.8-6.2.

The flow rate of peristaltic pumps varies according to the suction+pumping hydraulic head, the concentration/density of the liquid, suction tube diameter, revolutions per minute of roller and length of tube (Demir et al., 2020; Frank's Hospital Workshop, 2023). Way et al. (1990) stated that the pumps should be calibrated in application of agricultural chemicals.

It is necessary to know how much nutrient solution peristaltic pumps inject per unit time under different liquid head and concentrations to grow healthy plants in hydroponics. Therefore, aim of this study was to determine the effect of two suction heads, three peristaltic pumps and five nutrient solutions on the flow rate of the peristaltic pump used in hydroponics.

Material and Methods

This study was carried out in laboratory at Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Agriculture and Department of Biosystem Engineering in the years of 2023. In the hydroponic technique, stock A and B nutrient solutions and acid and alkali regulators are used.

In this study, it was determined that the effect of three peristaltic pumps (PP1, PP2 ve PP3), two suction heads 30 cm (SH30) and 60 cm (SH60), and five nutrient solutions (tap water (S1), stock A (S2), stock B (S3), 0.1 N nitric acid (HNO₃) (S4) and 0.1 N potassium hydroxide (KOH) (S5) and S5)) on the flow rate of the peristaltic pump used in hydroponics.

Chemical content of tap water used in test was given in Table 1. Since electrical conductivity of tap water is low, its contribution to the nutrient solution become low (Kanber and Ünlü, 2010). In this study, tap water was considered as a solution.

Table 1. Chemical content of tap water used in the preparation of nutrient solutions.

EC mS/m	pH	Cations (ppm)			Anions (ppm)			
		(Ca ⁺²)+(Mg ⁺²)	Na ⁺¹	K ⁺¹	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻¹	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻¹
0.410	7.26	7.6	0.02	0.07	-	2.00	0.58	1.60

Both low limits of normal concentration ranges of major elements and micronutrients given by Jones (2005) in Table 2 and reagents by Jones (2014) in Table 2 were used in the preparation of Stock A and B nutrient. To calculate masses of reagents to be mixed stock nutrient solutions, a program called HydroBuddy developed by Pinto (2022) was utilized. After the low limits of major elements and micronutrients were entered into the program, and the reagents and volume (5 L) were selected from the

program, it was run. To prepare solutions of 0.1 N nitric acid (HNO₃) and 0.1 N potassium hydroxide (KOH) for 1 L, needed masses of nitric acid (HNO₃) and potassium hydroxide (KOH) were calculated manually. The masses of reagents, acid and alkali substances were given in Table 3. Their calculated electrical conductivity was 1.2 mS/m. In preparations of Stock A and B nutrient solution, the firstly the determined masses of reagents were putted separately two containers with 6 L and then tap water was completed the two containers up to 5 L level. Solutions of 0.1 N nitric acid (HNO₃) and 0.1 N potassium hydroxide (KOH) with 1 L was prepared using same way.

Table 2. Major Element and Micronutrient Ionic Forms and Normal Concentration Range Found in Most Nutrient Solutions (Jones, 2005)

Elements	Ionic Form	Concentration (mg/L, ppm)
Macro elements		
Nitrogen (N)	NO ₃ , NH ₄	100-200
Phosphorus (P)	HPO ₄ , H ₂ PO ₄	15-30
Potassium (K)	K ⁺	100-200
Calcium (Ca)	Ca ⁺²	200-300
Magnesium (Mg)	Mg ⁺²	30-80
Sulfur (S)	SO ₄ ⁻²	70-150
Microelements		
Boron (B)	BO ₃ ⁻³	0.03
Copper (Cu)	Cu ⁺²	0.01-0.10
Iron (Fe)	Fe ⁺² , Fe ⁺³	2-12
Manganese (Mn)	Mn ⁺²	0.5-2.0
Molybdenum (Mo)	MoO ₄ ⁻¹	0.05
Zinc (Zn)	Zn ⁺²	0.05-0.50

Table 3. Reagents and their calculated mass used in preparation of stock A and B nutrient for volume of 5 liters, and acid and alkali solutions for volume of 1 liters (Jones, 2014).

Reagents	Formula	Mass (g)
Stock A		
Iron EDTA	Fe (EDTA)	7.692
Calcium Nitrate (Tetrahydrate)	Ca(NO ₃) ₂ •4H ₂ O	511.472
Potassium nitrate	KNO ₃	59.406
Stock B		
Ammonium Orthamolybdate	(NH ₄) ₂ MoO ₄ •	0.051
Boric Acid	H ₃ BO ₃	0.086
Copper Sulfate (Pentahydrate)	CuSO ₄ •5H ₂ O	0.098
Magnesium Sulfate (Heptahydrate)	MgSO ₄ •7H ₂ O	152.13
Manganese sulfate (Monohydrate)	MnSO ₄ H ₂ O	0.769
Potassium Monobasic Phosphate	KH ₂ PO ₄	70.508
Zinc Sulfate (Dihydrate)	ZnSO ₄ •2H ₂ O	0.076
Acid		
Nitric acid	HNO ₃	6.3 (for 1 L)
Alkali		
Potassium hydroxide	KOH	4 (for 1 L)

In order to determine the flow rates of the peristaltic pumps, the experimental workbench was assembled in the laboratory (Figure 1), which consisted of power supply, 3 peristaltic pumps, peristaltic pumps housing box, stopwatch, 50 cm transparent plastic hose with 6 mm outer diameter and 4 mm inner diameter, a graduated cylinder 250 mL and a 6 L container. For this purpose, 3 peristaltic pumps with silicon tube were bought. In the manual of peristaltic pumps with 3 rolling wheel, the operating voltage is 12 VDC, 0.25 A, the inner diameter of suction silicone hose in 5 cm length is 2 mm and the outer diameter is 4 mm. The power supply was provided to the peristaltic pumps with voltage 0.25 A and 12

V. The plastic hoses with 50 cm length were attached to the suction and discharge silicone hoses of peristaltic pumps by means of a nipple (Figure 1). As seen in Figure 1, the suction head (SH) was considered as the water head between the water level in the 6 L container and the center of the peristaltic pump. Since the head of discharge of peristaltic pump is below the peristaltic pump center, it is taken as zero. Since the chemical contents of the solutions are different, the specific weights of solutions (S1, S2, S3, S4 and S5) will also be different. In this context, the specific weights of the solutions were determined from Equation 1 (Mutaf, 2004; Doğan, 2008).

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

Where; ρ ; specific weight of solution (mL/g), M; weight of solution (g), V; is the volume of the solution (mL). While measuring the volume of the solutions, the temperature of each solution was also measured with a thermometer.

The experiment was carried out in complete factorial experiments in split-plots with 3 replications. In the study, $3 \times 2 \times 5 \times 3 = 90$ treatments were created.

Flow tests were conducted. In the tests to calculate flow rates of the peristaltic pumps, the volume-time relationship were utilized (Chowdhury et al., 2020). In all tests of treatments, the volume of liquid pumped by the peristaltic pumps for 2 minutes was determined. During this time period, the volumes pumped by the peristaltic pumps were measured with a graduated cylinder. Flow rate of peristaltic pumps is determined from Equation 2.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2)$$

Where; Q; flow rate of peristaltic pumps (mL/min), V; volume of solution pumped by the peristaltic pump (mL), t; is the operating time (minutes) of peristaltic pumps.

Flow rates of the peristaltic pumps were evaluated using ANOVA and Duncan test in SPSS statistical software.

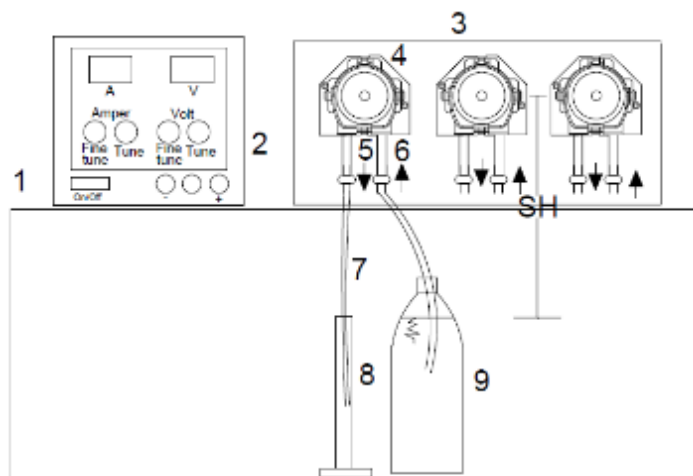


Figure 1. The experimental bench to determine the flow rates of peristaltic pumps (1-Bench, 2-Power supply, 3- Peristaltic pumps fixing box, 4- Peristaltic pumps, 5- Discharge hose (5 cm (4x2 mm)), 6- Suction hose (5 cm (4x2 mm)), 7- Plastic transparent hose (6x4 mm 50 cm), 8-A graduated cylinder of 250 mL volume and 9-A container with a volume of 6 L)

Results and Discussion

The laboratory tests were conducted with 3 replication to determine the effect of three peristaltic pumps (PP1, PP2 and PP3), 2 suction heads (SH30 and SH60) and five nutrient solutions (S1= tap water, S2= stock A, S3= Stock B, S4=0.1 N nitric acid (HNO₃), and S5=0.1 N potassium hydroxide (KOH)) on the flow rate of the peristaltic pump.

The specific weights of the solutions (S1, S2, S3, S4 and S5) were calculated as $\rho_1=0.97$, $\rho_2=1.13$, $\rho_3=1.19$, $\rho_4=0.97$ and $\rho_5=1.00$ g/mL (Figure 3). The temperature of the tap water was measured with a thermometer as 21 °C and the temperature of the other solutions was measured as 23 °C. The highest

specific weight was found for stock B ($\rho_3=1.13$ g/mL) and the lowest one was found for tap water ($\rho_1=0.97$ g/mL). The specific weights of the solutions varied according to the chemical contents of nutrient solutions.

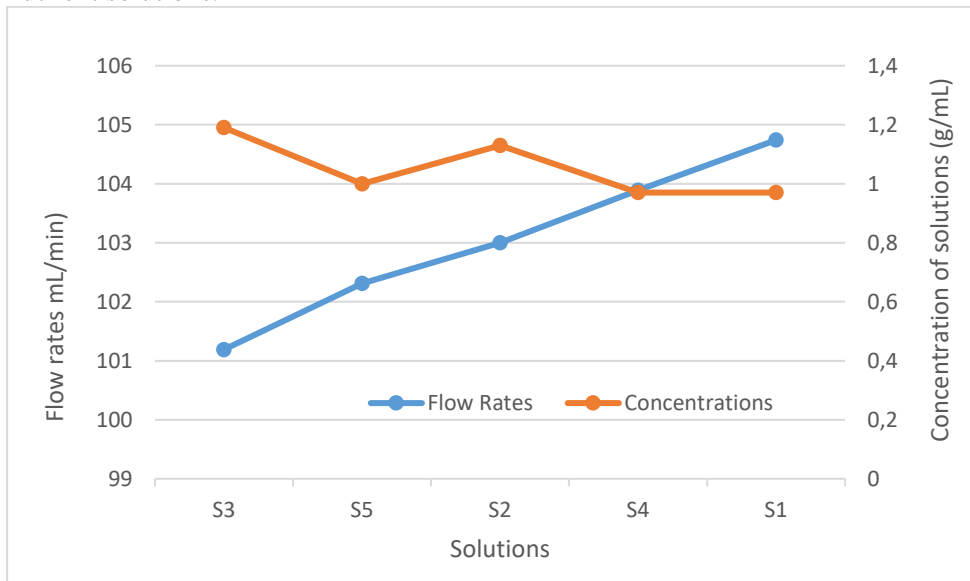


Figure 2. Variation of flow rates according to solution concentrations

Flow rates were determined by considering peristaltic pumps (PP1, PP2 and PP3), suction heights (SH30 and SH60) and solutions (S1, S2, S3, S4 and S5). The lowest average flow rate (95.5 mL/min) was determined for SH60S3PP2, and the highest average flow rate (107.3 mL/min) was determined for SH30S4PP3. Others varied between these two flows. The mean flow rates of the peristaltic pumps (PP1, PP2 and PP3) were found to be 102.0, 103.4 and 103.7 mL/min, respectively. At the SH30 and SH60, their mean flow rates were 103.59 and 102.5 mL/min. The average flow rates of S1, S2, S3, S4 and S5 were calculated as 104.7, 103.0, 101.2, 103.9 and 102.3 mL/min (Table 4).

Table 4. Flow rates calculated from treatments

Suction Heads (cm)	Nutrient Solutions	Flow rates of peristaltic pumps (mL/min)		
		PP1	PP2	PP3
SH30	S1	104.5	105.5	104.7
	S2	102.2	104.3	99.7
	S3	101.0	104.5	103.3
	S4	101.3	106.2	107.3
	S5	102.0	102.7	104.7
SH60	S1	104.6	105.3	103.8
	S2	103.3	104.8	103.7
	S3	99.7	95.5	103.2
	S4	101.0	102.5	105.0
	S5	100.3	102.5	101.7

ANOVA test was performed and effects of these parameters on flow rates of the peristaltic pumps were found to be statistically significant ($p<0.01$). In addition, groups of flow rates of parameters except suction head were determined by Duncan test. PP2 and PP3 formed the first group and PP1 formed the second group (Table 5). The flow rates of PP2 and PP3 are 1.36% and 1.67% greater than that's of PP1, respectively. Although the tube peristaltic pumps are manufactured in the same way, their flow rates could vary. These results show that flow rates could vary with the peristaltic pumps (Way et al., 1989).

Table 5. Classification of flow rates of peristaltic pumps and nutrient solutions by Duncan test, and the ungrouped suction heads

Peristaltic Pumps		Suction Heads		Nutrient Solutions	
PP3	103.70a ± 0.32	SH30	103.59 ± 0.32	S1	104.74a ± 0.21
PP2	103.38a ± 0.55	SH60	102.46 ± 0.39	S4	103.89b ± 0.69
PP1	101.99b ± 0.38			S2	103.00c ± 0.46
				S5	102.31d ± 0.35
				S3	101.19e ± 0.74

The effect of SH30 and SH60 on flow rates was statistically significant ($p < 0.01$). It was grouped according to ANOVA not Duncan. Accordingly, SH30 was in the first group because it had a higher flow rate, and SH60 with a low flow rate was in the second group. The average flow rates for SH30 and SH60 were found to be 103.59 and 102.46 mL/min, respectively (Table 5). This result shows that the peristaltic pump flow rate decreases by 1.1% when the suction head increases from 30 cm to 60 cm. (write here peristaltic pumps with low flow rates)

The effect of the five solutions on the flow rate was found to be statistically different ($p < 0.01$) and classified into 5 group (Table 5). The mean flow rates of the solutions are ordered from the highest to lowest, as S1 (104.74 mL/min), S4 (103.89 mL/min), S2 (103.00 mL/min), S5 (102.31 mL/min), and S3 (101.19 mL/min). The highest average flow rate was obtained in tap water (S1=104.7 mL/min) with the lowest specific weight ($\rho_1=0.97$ g/mL), while the lowest average flow rate (S5=101.2 mL/min) was found for Stock B with highest specific weight ($\rho_3=1.19$ g/mL). Flow rate of the S1, S2, S4 and S5 compared with the lowest flow rate of solution (S3=101.2 mL/min) were found to be higher as 3.51%, 1.78%, 1.1% and 2.66%, respectively. The largest flow rate change was between S1-S3, and the lowest between S2-S5 (Table 5). Specific weights of the nutrient solutions inversely affected the flow rate (Gebhardt et al., 1984). As the specific weights of the solutions decreased, the flow rates of the peristaltic pumps increased. Nutrient solutions with different specific weight have been used in hydroponic (Jones, 2005). For this reason, calibration of the peristaltic pumps (determining their flow rates) is very important for the healthy development of hydroponic plants (Chowdhury et al., 2020). Way et al. (1990) reported that peristaltic pumps should be calibrated in the application of agrochemicals.

The relationship between the specific weight of the solutions and the flow rates is given in Figure 3. As can be seen from the figure, as the specific weight of the solution decreased, the flow rate of the peristaltic pumps increased (Demir et al., 2020). The results show that the specific weight of the solution has a significant effect on the flow rate of the peristaltic pump. Chowdhury et al. (2020) determined the flow rate of the peristaltic pump as 95 mL/min. and Prodoz (2023) states that its flow rate is 83.33 mL/min. However, these researchers did not give any information about the suction head of the peristaltic pump and the chemical content of the solution while testing the flow rate of the peristaltic pump. The flow rate of the peristaltic pump given by Chowdhury et al. (2020) and Prodoz (2023) are lower than the average peristaltic pump flow rate determined in this study.

Conclusions

The effect of 3 peristaltic pumps, 2 suction heads and 5 nutrient solutions on the flow rate was determined to be statistically different. This means that peristaltic pumps, suction heads and nutrient solutions affect flow rate of the peristaltic pumps. For this reason, pump-specific flow rates should be determined taking into account the suction head, the peristaltic pump and the chemical contents of the solution. The pump-specific flow rates should be used dosing of nutrient solution (fertilizer), acid and alkali in hydroponic automation systems.

References

- Chowdhury, M. E., Khandakar, A., Ahmed, S., Al-Khuzaei, F., Hamdalla, J., Haque, F., ... & Al-Emadi, N. (2020). Design, construction and testing of iot based automated indoor vertical hydroponics farming test-bed in qatar. *Sensors*, 20(19), 5637.
- Demir, A., Arslan F. M. & Günerhan, H. (2020). Creating the sizing algorithm of a photovoltaic pump system. *Mühendis ve Makina* 61(701):280-298.
- Doğan, H. (2008). *Havalandırma ve İklimlendirme Esasları*. Seçkin Yayıncılık. Ankara.
- Domingues, D. S., Takahashi, H., Camara, C. A. & Nixdorf, S. L. (2012). Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in hydroponic lettuce production. *Computers and electronics in agriculture*, 84: 53-61.
- Fadillah, D. A. N., Faroqi, A., Kamelia, L. & Fathonih, A. (2021). AB mix hydroponics nutrient solution concentration control using microcontroller based on-off control method. In 2021 7th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT) (pp. 1-5). IEEE.
- Frank's Hospital Workshop. (2023). Peristaltic pump. http://www.frankshospitalworkshop.com/equipment/documents/infusion_pumps/wikipedia/Peristaltic%20pump.pdf. (Download date, 25.03.2023).
- Gebhardt, M. R., Kliethermes, A. R. & Goering, C. E. (1984). Metering concentrated pesticides. *Transactions of the ASAE*, 27(1):18-0023.
- Hartanto, A. V., Kristiady, F. S., Atmadja, W. & Linggarjati J. (2021). Automatic hydroponic nutrient mixing for hydroponic NFT and fertigation. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 794, No. 1, p. 012128). IOP Publishing.
- Jacobs, C., Kjellstrand, C. M., Koch, K. M. & Winchester, J. F. (1996). *Replacement of renal function by dialysis*. Springer Netherlands.
- Jaffrin M. Y. & Shapiro A. H. (1971). Peristaltic pumping. *Annual review of fluid mechanics* 3(1): 13-37.
- Jones, J. B. (2005). *Hydroponics: a practical guide for the soilless grower*. CRC Press. Boca Raton. Fla.
- Jones, J. B. (2014). *Complete guide for growing plants hydroponically*. CRC Press.
- Kanber, R. & Ünlü, M. (2010). *Water and soil salinity in agriculture*. Çukurova Üniversitesi.
- Klespitz, J. & Kovács, L. (2014). Peristaltic pumps: A review on working and control possibilities. In 2014 IEEE 12th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMI) (pp. 191-194). IEEE.
- Misra, M. (2005). The basics of hemodialysis equipment, *Hemodialysis International* 9:30-36.
- Mutaf, S. (2004). The principle of environment control in poultry houses. XXII World's Poultry Congress. 8-23 June 2004 İstanbul.
- Netafim, (2015). *Drip irrigation handbook, understanding the basics*. <https://www.netafim.com/499749/globalassets/products/drippers-and-dripperlines/drip-irrigation-system-handbook.pdf>.
- Nielsen, N.E., 1984. Crop production in recirculating nutrient solution according to the principle of regeneration. In: *International Congress on Soilless Culture*, 6th, Lunteren: International Society for Soilless Culture. pp. 421–446.
- Pinto, D. F. (2022). HydroBuddy: An open source nutrient calculator for hydroponics and general agriculture, v1.100, url: <https://github.com/danielfppps/hydrobuddy>.
- Prodoz, (2023) PRSX Serisi Peristaltik Pompalar (Deterjan ve Parlatıcı Pompaları) <https://www.sisdoz.com.tr/urunlerimiz/prodoz-prsx-serisi-peristaltik-pompalar-urununu>.
- Resh, H. M. (2013). *Hydroponic Food Production: a Definitive Guidebook for the Advanced Home Gardener and the Commercial Hydroponic Grower*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Saaïd, M. F., Yahya, N. A. M., Noor, M. Z. H. & Ali, M. M. (2013). A development of an automatic microcontroller system for Deep Water Culture (DWC). In 2013 IEEE 9th international colloquium on signal processing and its applications (pp. 328-332). IEEE.
- Tandil, R., Yapson, J., Atmadja, W., Liawatimena, S. & Susanto, R. (2018). Hydroponic nutrient mixing system based on STM32. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 195(1): 012052, IOP Publishing.

Way, T. R., Bashford, L. L., Von Barga, K., & Grisso, R. D. (1990). Peristaltic pump accuracy in metering herbicides. *Applied Engineering in Agriculture* 6(3):273-276.

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çiçeklerinden Elde Edilen Hydroxysafflower Yellow A Bileşiğinin Biyolojik Aktivitesi

Tansu USKUTOĞLU¹

¹Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Denizli, Türkiye

*Sorumlu yazar: tansuuskutoglu@gmail.com

Öz

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), bitkisinin yetiştiriciliğinin ne zaman başladığı tam olarak bilinmese de ilk kullanımına ait emareler antik mısır uygarlığına kadar gitmektedir (M.Ö. 3000). Bitkinin antik mısır uygarlığında çeşitli şekillerde kullanıldığı döneme ait yapılan kazı ve araştırmalarda ortaya çıkmıştır. Antik mısır dönemine ait mezarlarda bitkinin tohumlarının bulunması, çiçeklerinden elde edilen pigmentlere rastlanması, döneme ait hiyerogliflerde bitkinin sunulmasının resmedilmesi bitkinin o dönemlerde kullanıldığına ait en önemli bulgulardır. Antik mısırdan günümüze bitkinin asıl kullanım amacı bitkinin çiçeklerinin tıbbi özellikleri ve çiçeklerinden elde edilen boyar maddeler içindir. Bitkinin tohumlarından yağ elde etmek için kullanılması, 1920'lerden sonra yapılan çalışmalar ile mümkün olmuştur. Bitkinin çiçeklerinde 200'e yakın farklı bileşik tespit edilmiş olup içlerinde biyolojik aktivite sergilenen birçok bileşikte mevcuttur. Bu sebeple bitkinin çiçekleri geçmişten günümüze geleneksel tıpta kullanılmıştır. Çiçeklerden elde edilen biyoaktif bileşiklerden bir tanesi de saflomin (hydroxysafflor yellow A) pigmentidir. Bu pigmentin suda kolaylıkla çözünebilmesi ile sarı rengin elde edilmesi, pigmentin ayrıca antibakteriyel, anti-inflamatuar ve antioksidan etki göstermesi pigmentin çeşitli alanlarda kullanımına olanak tanımaktadır. Bu çalışmada saflomin (hydroxysafflor yellow A) pigmentinin biyolojik aktivitesi ve olası kullanım alanları literatür verileri ışığında değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Aspir, çiçek, hydroxysafflor yellow A

Biological Activity of Hydroxysafflor Yellow A Compound Obtained from Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Flowers

Abstract

Although the exact date of the cultivation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is unknown, its first use can be traced back to the ancient Egyptian civilization (3000 BC). Ancient Egyptian civilization used safflower in a variety of ways, it has come to light during the excavations and research. The discovery of seeds of the plant in ancient Egyptian tombs, the pigments obtained from its flowers, and the depiction of the presentation of the plant in hieroglyphs of the period are the most important findings that the plant was used at that time. From ancient Egypt to the present day, the main use of the plant is for the medicinal properties of its flowers and the dyestuffs obtained from the flowers. The use of safflower as an oil crop was made possible by studies carried out after the 1920s. Nearly 200 different compounds have been identified in the flowers of the safflower, including many compounds that exhibit biological activity. For this reason, the flowers of the plant have been used in traditional medicine from the past to the present. One of the bioactive compounds extracted from flowers is safflomin (hydroxysafflor yellow A) pigment. Safflomin can be easily soluble in water and yellow color is obtained, and that the pigment also shows antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant effects allowing the pigment to be used in various fields. In this study, the biological activity and possible uses of safflomin (hydroxysafflor yellow A) pigment were evaluated in light of literature data.

Keywords: Safflower, flower, hydroxysafflor yellow A

Introduction

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) plant is a special industrial plant that can use almost all plant parts. The use of flowers as a natural dye, oil obtained from its seeds is suitable for human nutrition, flowers uses in traditional medicine, stems and leaves get uses for different purposes increase the importance of the plant (Smith, 1996). Safflower flower contains 200 different compounds (polyphenols, flavonoids,

glycosides, sterol, quinochalcons, safflower polysaccharide, organic acids etc.). Some of these compounds exhibit biological activity. (Adamska, 2021, Uskutoglu and Cosge Senkal, 2022; Fristiohady et al., 2023). Safflower flowers can be used in the treatment of a wide spectrum of diseases, such as cirrhosis, cerebrovascular, cardiovascular diseases, myocardial ischemia (Tian et al., 2010; Zhang et al., 2011). Also exhibit pharmacological activities, such as anti-inflammatory, anti-oxidative, neuroprotective effects, anticoagulation, vasodilation, antihypertensive immunosuppressive, and anticancer agents etc. (Zhou et al. 2009; Delshad et al, 2018). One of these bioactive compounds is Hydroxysafflor Yellow A (HSYA). HSYA can be dissolved with water and it is one of the substances that gives the yellow dye in flowers, increasing the importance of the compound. HSA can be easily dissolved with water and it is one of the substances that gives the yellow color dye (Patanè et al., 2020). The figure 1 below illustrates the chemical structure of HSYA.

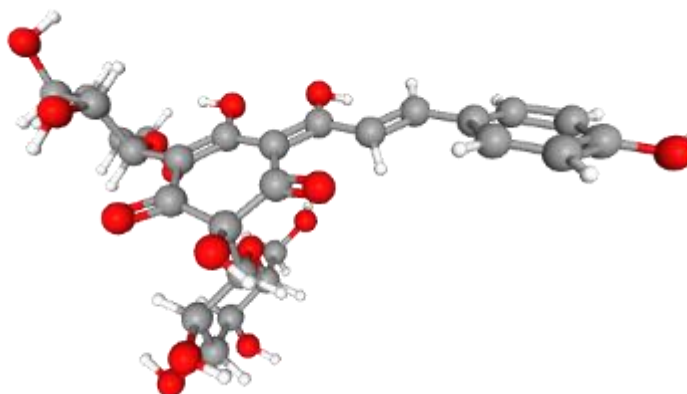


Figure 1. Chemical structure of HSYA ($C_{27}H_{32}O_{16}$) (NCBI, 2023)

In this study, HSYA compound obtained from safflower flowers and its possible usage areas will be evaluated in the light of literature data.

HSYA extraction from safflower flowers

HSYA dissolves well in water but not in organic solvents such as chloroform, ether, ethyl-acetate. and benzene etc. Li et al. (2013) and Bai et al. (2012) described detailed extraction method with water immersion 2 different methods. Both methods nearly flower powder and water ratio is 1:10 (w/v). First method extracted with 80°C with 2 times, second one is 60°C with 3 times. Then, after the solvents were evaporated in the evaporator, it was filtered and purified. First method the extract yield is 0.023%, and second method the yield is 0.066% (Zhao et al., 2020). The extraction procedure should be continued until the yellow color disappears for a good extraction efficiency.

Biological activity of HSYA

The water extract of *C. tinctorius* flowers, main component is HSYA, demonstrates a broad variety of biological activity. Such as cardiovascular diseases, anticoagulation, vasodilation, antihypertensive, antioxidant, neuroprotective, immunosuppressive, and anticancer agents. It also has effects on the inhibition of melanin formation (Zhou et al. 2009; Delshad et al, 2018).

Hydroxysafflor yellow A has a wide spectrum of biological and pharmacological effects. Some of them are given in Table 1.

Table 1. Pharmacological effects of HSYA

Use of HSYA	Biological activity	Reference
HSYA/scaffolds	Enhanced osteogenesis and angiogenesis.	Deng et al. (2020)
HSYA and SY*	Decrease the fat mass, and improve glucose metabolism and liver function in diet-induced obese mice	Yan et al., (2020)
HSYA	Preventive and therapeutic effects on atherosclerosis	Xue et al. (2021)
HSYA	Weaken coronary heart disease via inflammation	Zhou et al. (2018)
HSYA	Significantly reduce blood pressure and heart rate	Nie et al. (2012)
HSYA	Improved cell viability under hypoxia	Ji et al., (2009)
HSYA	Inhibited tumor growth without detrimental effects on the weight of the mice	Ma et al. (2019)
SYA, HSYA, and AHSYB	Protective effect against lipopolysaccharide induced lung injury and neutrophil extra cellular traps release	Wang et al. (2020)
HSYA	Inhibit the differentiation and formation of osteoclasts, and relieving osteoporosis symptoms	Wang et al. (2021)
HSYA	Promising therapeutic candidate for improving Alzheimer's disease	Wang et al. (2023)
HSYA	Promote traumatic brain injury with recovery by facilitating neurogenesis and axon regeneration through regulating cortical and hippocampal metabolism	Hu et al. (2023)
HSYA	Treat chronic kidney disease by inhibiting inflammatory reactions and oxidative stress	Fu et al. (2022)
HSYA	Alleviates ulcerative colitis by suppressing TLR4/NF- κ B signaling pathway	Feng et al. (2022)
HSYA	Triggered a fast-to-slow myofiber-type shift through the FoxO1 signaling pathway	Sun et al. (2022)

Safflower yellow (SY), Anhydrosafflor yellow B (AHSYB), safflor yellow A (SYA)

It can be observed from Table 1 that HSYA has a variety of impacts. When the researches were examined, it was observed that there has been a large amount of experiment with HSYA recently. Studies have shown that the HSYA bioactive compound can be evaluated in many areas from brain to stomach. Additionally, this compound can be easily eaten as food additive because of dissolved in water.

Conclusion

Safflower plant cultivated in many parts of the world. The plant is drought resistant and can be grown in marginal areas. It is grown only for its seeds in many parts of the world. As far as we know, the main flower producer is China with 1800-2600 tons of flowers, and its are used for medical and dye purposes (Zhaomu and Lijie, 2001; Emongor et al., 2017). Spineless varieties are used for flower production. Safflower flowers are collected by hand. Therefore, labor is difficult, which seems to be the biggest obstacle to flower cultivation of safflower. For flower harvest, it is necessary to create new approaches that can gather both flowers and seeds using alternate machines and harvesting methods. It will be feasible to find more extensive uses for the components (yellow and red pigments) extracted from safflower flowers by using better flower harvesting techniques.

Reference

- Adamska, I., Biernacka, P. (2021). Bioactive substances in safflower flowers and their applicability in medicine and health-promoting foods. *International Journal of Food Science*, 1-23.
- Bai, Y., Lu, P., Yu, C., Chen, M., He, F., et al. (2012). Hydroxysafflor yellow A (HSYA) from flowers of *Carthamus tinctorius* L. and its vasodilatation effects on pulmonary artery. *Molecules* 17, 14918–14927. doi:10.3390/molecules171214918
- Delshad, E., Yousefi, M., Sasannezhad, P., Rakhshandeh, H., Ayati, Z. (2018). Medical uses of *Carthamus tinctorius* L.(safflower): a comprehensive review from traditional medicine to modern medicine. *Electronic physician*, 10(4): 66-72.
- Deng, Z., Chen, J., Lin, B., Li, J., Wang, H., Wang, D., ... & Zhang, Y. (2020). A novel 3D printed bioactive scaffolds with enhanced osteogenic inspired by ancient Chinese medicine HSYA for bone repair. *Experimental Cell Research*, 394(2), 112139.
- Emongor, V., Oagile, O., Phuduhudu, D., & Oarabile, P. (2017). Safflower production. Gaborone: Botswana University of Agriculture and Natural Resources I.
- Feng, Z., Zhou, P., Wu, X., Zhang, J., & Zhang, M. (2022). Hydroxysafflor yellow A protects against ulcerative colitis via suppressing TLR4/NF- κ B signaling pathway. *Chemical Biology & Drug Design*, 99(6), 897-907.
- Fristiohady, A., Al-Ramadan, W., Asasutjarit, R., & Julian, L. O. M. (2023). Phytochemistry, Pharmacology and Medicinal Uses of *Carthamus tinctorius* Linn: An Updated Review.
- Fu, S., Zhou, Q., Gao, Y., Yang, Y., Chen, H., Yuan, L., ... & Chen, Q. (2022). Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties of Hydroxyl Safflower Yellow a in Diabetic Nephropathy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Pharmacology*, 13, 929169.
- Hu, E., Li, T., Li, Z., Su, H., Yan, Q., Wang, L., ... & Wang, Y. (2023). Metabolomics reveals the effects of hydroxysafflor yellow A on neurogenesis and axon regeneration after experimental traumatic brain injury. *Pharmaceutical Biology*, 61(1), 1054-1064.
- Ji, D. B., Zhang, L. Y., Li, C. L., Ye, J., & Zhu, H. B. (2009). Effect of Hydroxysafflor yellow A on human umbilical vein endothelial cells under hypoxia. *Vascular pharmacology*, 50(3-4), 137-145.
- Li, S., Kesarla, R., and Omri, A. (2013). Formulation strategies to improve the bioavailability of poorly absorbed drugs with special emphasis on self-emulsifying systems. *ISRN Pharmaceut.* 2013 (1–16), 1. doi:10.1155/2013/848043
- Ma, Y., Feng, C., Wang, J., Chen, Z., Wei, P., Fan, A. ... Li, X. (2019). Hydroxyl safflower yellow A regulates the tumor immune microenvironment to produce an anticancer effect in a mouse model of hepatocellular carcinoma. *Oncology Letters*, 17, 3503-3510. <https://doi.org/10.3892/ol.2019.9946>
- NCBI, 2023. National Center for Biotechnology Information (NCBI) (2023). PubChem Compound Summary for CID 6443665, Hydroxysafflor Yellow A. Retrieved August 23, 2023 from <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Hydroxysafflor-Yellow-A>.
- Nie, P. H., Zhang, L., Zhang, W. H., Rong, W. F., & Zhi, J. M. (2012). The effects of hydroxysafflor yellow A on blood pressure and cardiac function. *Journal of ethnopharmacology*, 139(3), 746-750.

- Patanè, C., Cosentino, S. L., Calcagno, S., Pulvirenti, L., & Siracusa, L. (2020). How do sowing time and plant density affect the pigments safflomins and carthamin in florets of safflower? *Industrial crops and products*, 148, 112313.
- Smith, J.R. 1996. *Safflower*, AOCS Press, Champaign, Illinois.
- Sun, Y., Wang, Z., Nie, C., Xue, L., Wang, Y., Liu, J., ... & Wang, L. (2022). Hydroxysafflor yellow A triggered a fast-to-slow muscle fiber-type conversion via regulating FoxO1 in myocytes. *Food & Function*, 13(11), 6317-6328.
- Tian, Y., Yang, Z. F., Li, Y., Qiao, Y., Yang, J., Jia, Y. Y., & Wen, A. D. (2010). Pharmacokinetic comparisons of hydroxysafflower yellow A in normal and blood stasis syndrome rats. *Journal of ethnopharmacology*, 129(1), 1-4.
- Uskutoğlu, T., Cosge Senkal, B. (2022). Usage Areas of Flowers Obtained from Safflower. 4. International Baku Scientific Research Congress, November 30 - December 01, 2022. Congress book, pp. 348-354.
- Wang, J., Xia, G., Zhang, X., Zhou, G., Ye, Y., Wang, G., & Zhang, Y. (2023). Neuroprotective Effect of Hydroxysafflor Yellow A on an Alzheimer's Disease (AD)-Like Mouse Model. *Biology Bulletin*, 1-10.
- Wang, Y. P., Guo, Y., Wen, P. S., Zhao, Z. Z., Xie, J., Yang, K., ... & Deng, X. M. (2020). Three ingredients of safflower alleviate acute lung injury and inhibit NET release induced by lipopolysaccharide. *Mediators of Inflammation*, 2020.
- Wang, Y., Li, X., Deng, F., & Yin, R. (2021). Hydroxy-Safflower Yellow A alleviates osteoporosis in ovariectomized rat model by inhibiting carbonic anhydrase 2 activity. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 734539.
- Xue, X., Deng, Y., Wang, J., Zhou, M., Liao, L., Wang, C., ... & Li, Y. (2021). Hydroxysafflor yellow A, a natural compound from *Carthamus tinctorius* L with good effect of alleviating atherosclerosis. *Phytomedicine*, 91, 153694.
- Yan, K., Wang, X., Pan, H., Wang, L., Yang, H., Liu, M., ... & Gong, F. (2020). Safflower yellow and its main component HSYA alleviate diet-induced obesity in mice: possible involvement of the increased antioxidant enzymes in liver and adipose tissue. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 482.
- Zhang, Y., Guo, J., Dong, H., Zhao, X., Zhou, L., Li, X., ... & Niu, Y. (2011). Hydroxysafflor yellow A protects against chronic carbon tetrachloride-induced liver fibrosis. *European journal of pharmacology*, 660(2-3), 438-444.
- Zhao, F., Wang, P., Jiao, Y., Zhang, X., Chen, D., & Xu, H. (2020). Hydroxysafflor yellow A: a systematical review on botanical resources, physicochemical properties, drug delivery system, pharmacokinetics, and pharmacological effects. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 579332.
- Zhaomu, W., Lijie, D., 2001. Current situation and prospects of safflower products development in China. In: Bergman, J.W., Muñdel, H.H. (Eds.), *Proceedings of the 5th International Safflower Conference*, Williston, ND, and Sidney, MT, July 23e27, 2001, pp. 315e319.
- Zhou, D., Qu, Z., Wang, H., Su, Y., Wang, Y., Zhang, W., ... & Xu, Q. (2018). The effect of hydroxy safflower yellow A on coronary heart disease through Bcl-2/Bax and PPAR- γ . *Experimental and therapeutic medicine*, 15(1), 520-526.
- Zhou, F.R., Zhao, M.B., Tu, P.F. (2009). Simultaneous determination of four nucleosides in *Carthamus tinctorius* L. and Safflower injection using high performance liquid chromatography. *J Chin Pharm Sci.*, 18:326-30.

Yer Açelyasında (*Clarkia amoena*) Bitki Gelişimi ve Çiçeklenme Üzerine Farklı Yetiştirme Ortamlarının Etkisi

Muharrem ARSLAN¹, Turan KARADENİZ²

¹Aydın Adnan Menderes University, Koçarlı Vocational School, Department of Park and Horticulture, Aydın, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-9543-560X>, Corresponding author: arslanmuharrem07@gmail.com

²Pamukkale University, Faculty of Agriculture, Horticulture Department, Denizli, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0003-0387-7599>

*Sorumlu yazar: arslanmuharrem07@gmail.com

Öz

Yer açelyası (*Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr.), yakıotugiller (*Onagraceae*) familyasına ait bir türdür. Bu bitki hem mevsimlik süs bitkisi olarak dış mekan süs bitkisi hem de kesme çiçek olarak kullanılmaktadır. Bu araştırmanın amacı, bahçe toprağı, kestane kompostu, orman toprağı ve bunların karışımlarını içeren farklı yetiştirme ortamlarının yer açelyasında çiçeklenme ve bitki gelişimi üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmada bitki boyu, sürgün sayısı, yaprak eni, yaprak boyu, çiçek çapı, petal eni, petal boyu, çiçek sayısı ve çiçekte kalma süreleri tespit edilmiştir. Ortamlar arasındaki farklılık tek yönlü varyans analiziyle (ANOVA), farklılığın hangi ortamdan kaynaklandığı ise Tukey HSD testi ile belirlenmiştir. Sonuç olarak, bitki boyu, sürgün sayısı, çiçek sayısı ortalamaları arasındaki farklılık ($p<0.01$), yaprak boyu ve çiçek çapı ortalamaları arasındaki farklılık ($p<0.05$) anlamlı bulunmuştur. Sırasıyla, en yüksek bitki boyu T9-FS (C) (33.1 cm), en fazla sürgün T8-GS+CBC (1:1) (12.3 adet), en geniş yaprak T10-CBC (C) (18 mm), en uzun yaprak T10-CBC (C) (55.4 mm), en geniş petal T6-GS+CBC (2:1) (29.3 mm), en uzun petal T6-GS+CBC (2:1) (35.4 mm), en geniş çiçek çapı T11-GS (C) (57.4 mm), en çok çiçek ise T8-GS+CBC (1:1) (60.4 adet) yetiştirme ortamlarından elde edilmiştir. Çiçekte kalma süresi ise ortalama olarak en kısa T5-GS+FS (2:1) (30 gün), en uzun T11-GS (C) (36.8 gün) ortamından sağlanmıştır. Mevsimlik çiçek yetiştiriciliğinde sürgün sayısı, çiçek sayısı, çiçek çapı ve çiçekte kalma sürelerinin fazla olması istenen bir özelliktir. Bu bakımdan en ideal yetiştirme ortamı olarak bahçe toprağı ve bahçe toprağı+kestane kabuğu kompostu söylenebilir. Aynı şekilde kesme çiçek yetiştiriciliği için en uzun bitkilerin elde edildiği orman toprağı yetiştirme ortamı olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Yer açelyası, yakıotugiller, süs bitkisi

The Effect of Different Growing Media on Plant Growth and Flowering in Farewell-To-Spring (*Clarkia amoena*)

Abstract

Farewell-to-spring (*Clarkia amoena* (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr.), belonging to family *Onagraceae*. This plant is used both as a seasonal ornamental plant in outdoor ornamental plant and as a cut flower. The aim of this research is to investigate the effect of different growing media including garden soil, chestnut burr compost, forest soil and their mixtures on flowering and plant growth in farewell-to-spring. In the study, plant height, number of shoots, leaf width, leaf length, flower diameter, petal width, petal length, number of flowers and duration of stay in flower were determined. The difference between the environments was determined by one-way analysis of variance (ANOVA), and the environment where the difference originated was determined by the Tukey HSD test. As a result, the difference between average plant height, shoot number and flower number ($p<0.01$), and the difference between leaf height and flower diameter averages ($p<0.05$) were found significant. Respectively, the highest plant height T9-FS (C) (33.1 cm), the most shoot T8-GS+CBC (1:1) (12.3), the widest leaf T10-CBC (C) (18 mm), the most long petal T10-CBC (C) (55.4 mm), widest petal T6-GS+CBC (2:1) (29.3 mm), longest petal T6-GS+CBC (2:1) (35.4 mm), widest large flower diameter was obtained from T11-GS (C) (57.4 mm), and the most flowers were obtained from T8-GS+CBC (1:1) (60.4 units) growing media. On the other hand, the shortest duration in flower was obtained from T5-GS+FS (2:1) (30 days) and the longest T11-GS (C) (36.8 days) medium. In seasonal floriculture, it is desirable that the number of shoots, the number of flowers, flower diameter and the duration of stay in

flower are high. In this respect, garden soil and garden soil + chestnut burr compost can be said as the most ideal growing medium. Likewise, forest soil from which the tallest plants are obtained can be used as a growing medium for cut flower cultivation.

Keywords: Ground azalea, ragweed, ornamental plant

Introduction

Clarkia amoena (Lehm.) A. Nelson & J. F. Macbr. [synonym *Godetia amoena* (Lehm.) G. Don], belonging to family *Onagraceae* (Arief, 2016), is commonly known as farewell-to-spring, godetia, summer's darling, satin flower, herald-of-summer, atlas flower, Rocky Mountain garland flower, lovely farewell-to-spring, fairy fans, red ribbons (Young-Mathews, 2012). It is known as godetia or satin flower (Anderson, 1994, 1998; Arief, 2016), in Poland it is usually summer azalea, godetia or satin flower (Bąbelewski and Pancierz, 2015). It is known as ground azalea, garden azalea, godetia and Ankara flower in Türkiye.

Farewell-to-spring flowers have white, rose-pink, or lilac-purple petals and often have a large crimson or purple spot (Anderson, 1998; Arief, 2016). It is grown as an annual and used to decorate flower beds (Bąbelewski and Pancierz, 2015). It is also used as a cut flower (Anderson, 1994, 1998; Bąbelewski and Pancierz, 2015; Arief, 2016). It is widely used outdoors as a seasonal ornamental plant in Türkiye (Demirkan et al., 2014). It is an annual and herbaceous plant species. It blooms in pink, white, red, lilac and purple colors in spring and summer. Godetia, which has two varieties: tall and dwarf, is mostly grown outdoors as a seasonal ornamental plant. It can grow in almost any soil without needing much water. This species blooms better in cool and sunny places and is resistant to cold.

Farewell-to-spring can best be grown in places with a warm, dry climate and low temperature conditions. There is an optimum temperature demand in the range of 15-18 °C (Bąbelewski and Pancierz, 2015). It occurs naturally in the California region of the southwestern United States (Pojar and MacKinnon, 1994; Bąbelewski and Pancierz, 2015).

Growing media and chemical fertilizers, which are often used commercially in ornamental plants, increase carbon footprint and global warming. For this reason, the use of organic-based growing media in the cultivation of ornamental plants is considered very important in terms of both reducing environmental pollution, having a positive effect on natural balance and biological diversity, as well as protecting the ecosystem and reducing the carbon footprint.

The aim of this research is to investigate the effect of different growing media (garden soil, chestnut burr compost, forest soil and mixtures) on flowering and plant growth of farewell-to-spring.

Material and Method

Farewell-to-spring seedlings used in the study was obtained from Nazilli Municipality. The research was carried out in Sultanhisar district of Aydın province. The experiment was carried out with 3 replications and 3 plants in each replication, with 9 plants in each pot. The experiment was designed with 12x15 cm planting interval in boxes of 37x47.6x23.3 cm. Garden soil, chestnut burr compost and forest soil and their mixtures in different proportions were used as growing media (Table 1).

Table 1. Mixture ratio of garden soil, chestnut burr compost and forest soil as growing media

Treatment no. and codes	Growing media and ratios
T1-GS+CBC+FS (4:1:1)	Garden soil+chestnut burr compost+ forest soil (4:1:1, v/v)
T2-GS+CBC+FS (2:1:1)	Garden soil+chestnut burr compost+ forest soil (2:1:1, v/v)
T3-GS+FS (3:1)	Garden soil+forest soil (3:1, v/v)
T4-GS+CBC (3:1)	Garden soil+chestnut burr compost (3:1, v/v)
T5-GS+FS (2:1)	Garden soil+forest soil (2:1, v/v)
T6-GS+CBC (2:1)	Garden soil+chestnut burr compost (2:1, v/v)
T7-GS+FS (1:1)	Garden soil+forest soil (1:1, v/v)
T8-GS+CBC (1:1)	Garden soil+chestnut burr compost (1:1, v/v)
T9-FS (C)	Forest soil (control)
T10-CBC (C)	Chestnut burr compost (control)
T11-GS (C)	Garden soil (control)

In research; plant height at planting (cm), plant height at full bloom (cm), plant height difference (cm), shoot number (piece), leaf width (mm), leaf length (mm), flower diameter (mm), petal width (mm), petal length (mm), flower number (piece) and residence time in flower (day) were determined. The difference between the environments was determined by one-way analysis of variance (ANOVA), and the environment where the difference originated was determined by the Tukey HSD test.

Results and Discussion

The difference between average plant height difference (cm), shoot number and flower number ($p<0.01$), and the difference between average leaf length and flower diameter ($p<0.05$) were found significant (Table 2; Table 3).

Table 2. Variables measured and data obtained at the end of the research±standard deviation

Growing media	Plant height at planting (cm)	Plant height at full bloom (cm)	Plant height difference (cm)	Flower diameter (mm)	Flower number (piece)
T1-GS+CBC+FS (4:1:1)	22.61±3.43	29.63±4.37	7.69±3.03 ^{AB}	49.52±3.71 ^{AB}	33±19 ^{AB}
T2-GS+CBC+FS (2:1:1)	20.17±2.95	29.14±5.49	8.29±4.38 ^{AB}	52.82±7.25 ^{AB}	30±8 ^B
T3-GS+FS (3:1)	20.17±2.41	27.63±4.47	7.62±3.55 ^{AB}	51.45±3.97 ^{AB}	29±13 ^B
T4-GS+CBC (3:1)	20.00±3.67	28.50±4.07	8.75±3.80 ^{AB}	46.00±4.06 ^B	28±14 ^B
T5-GS+FS (2:1)	19.00±1.56	25.22±1.79	6.22±1.84 ^B	50.93±2.71 ^{AB}	25±8 ^B
T6-GS+CBC (2:1)	20.22±3.63	26.14±2.27	6.00±3.79 ^B	52.27±3.27 ^{AB}	29±19 ^B
T7-GS+FS (1:1)	19.50±3.82	28.00±2.08	8.21±4.81 ^{AB}	49.75±7.45 ^{AB}	31±20 ^B
T8-GS+CBC (1:1)	21.22±2.43	30.29±2.98	9.14±3.12 ^{AB}	55.40±6.67 ^{AB}	60±19 ^A
T9-FS (C)	20.06±3.46	33.13±3.04	13.06±2.58 ^A	46.87±5.66 ^B	52±26 ^{AB}
T10-CBC (C)	19.72±1.87	32.50±4.57	12.81±3.63 ^A	48.83±3.93 ^{AB}	51±22 ^{AB}
T11-GS (C)	21.17±2.09	25.87±3.04	4.56±2.03 ^B	57.43±5.09 ^A	33±15 ^{AB}

In the same column, the difference between the values with different letters is significant according to the Tukey HSD $P<0.05$

Average highest plant height T9-FS (C) (33.13 cm) and T10-CBC (C)(32.50 cm), the shortest was obtained from T11-GS (C) (25.87 cm) media. On average, the most flowers were obtained from T8-GS+CBC (1:1) (60 piece), the least from T5-GS+FS (2:1) (25 piece). The average residence time in flower was obtained from the shortest T5-GS+FS (2:1) (30 days) and the longest T11-GS (C) (36.38 days) medium (Table2; Table 3).

The most shoot T8-GS+CBC (1:1) (12 piece), the widest leaf T10-CBC (C) (18.03 mm), the most long petal T10-CBC (C) (55.43 mm), widest petal T6-GS+CBC (2:1) (29.27 mm), longest petal T6-GS+CBC (2:1) (35.43 mm), widest large flower diameter was obtained from T11-GS (C) (57.43 mm) growing media (Table2; Table 3), respectively.

Table 3. Variables measured and data obtained at the end of the research±standard deviation

Growing media	Shoot number (piece)	Leaf width (mm)	Leaf length (mm)	Petal length (mm)	Petal width (mm)	Residence time in flower (day)
T1-GS+CBC+FS (4:1:1)	11±9	13.30±0.60	45.57±0.50 ^{AB}	25.73±4.01	30.27±0.42	32±4.24
T2-GS+CBC+FS (2:1:1)	7±2	14.53±2.21	48.70±7.32 ^{AB}	26.80±2.86	32.83±2.36	32±3.74
T3-GS+FS (3:1)	5±2	15.30±2	44.87±4.37 ^{AB}	22.47±2.45	32.17±3.86	33.25±4.95
T4-GS+CBC (3:1)	5±2	17.90±4.07	53.67±1.46 ^{AB}	25.73±6.75	35.30±4.16	36.38±8.67
T5-GS+FS (2:1)	6±4	12.53±2.78	41.40±6.6 ^{AB}	26.17±1.78	31.57±2.15	30±3.87
T6-GS+CBC (2:1)	9±3	14.33±1.92	42.77±1.04 ^{AB}	29.27±2.70	35.43±7.19	32.14±4.88
T7-GS+FS (1:1)	10±4	13.87±2.22	48.60±0.69 ^{AB}	25.90±4	33.87±11.02	31.13±5.67
T8-GS+CBC (1:1)	12±5	15.20±1.67	37.60±4.81 ^B	24.17±1.86	34.73±2.02	34±2.65
T9-FS (C)	8±5	16.17±2.46	51.80±3.58 ^{AB}	23.67±4.14	30.27±2.78	32±4.24
T10-CBC (C)	6±3	18.03±3.09	55.43±5.99 ^A	24.40±9.27	28.27±3.52	34.13±2.48
T11-GS (C)	11±7	15.10±2	39.73±2.22 ^{AB}	22.13±3.50	25.90±3.31	36.75±6.21

In the same column, the difference between the values with different letters is significant according to the Tukey HSD P<0.05

Clarkia amoena, used as a seasonal ornamental plant in landscaping, was applied to the soil at 4 different doses (Control, 25%, 50% and 75%), and the effects of wastewater treatment sludge on plant growth and flowering were investigated. As a result of the research, the values of shoot length, number of flowers per plant and upper part fresh weight were found to be effective at the 1% level, and the data regarding root length and upper part dry weight were found to be statistically effective at the 5% level of significance (Demirkan et al., 2014).



Figure 1. Farewell-to-spring in full bloom with flowers in different colors

Farewell-to-spring is one of the most remarkable seasonal flowers that stay in bloom for at least 1 month (Table 3) and is used in seasonal flower cultivation and beautification of outdoor spaces such as parks, roads, median strips, road slopes, pavements, hotel gardens, recreation areas, site gardens. It blooms better in sunny areas and environments (Figure 1).

Conclusion

As a result, in seasonal floriculture, it is desirable that the number of shoots, the number of flowers, flower diameter and the duration of stay in flower are high. In this respect, garden soil and garden soil + chestnut burr compost can be said as the most ideal growing medium. Likewise, forest soil from which the tallest plants are obtained can be used as a growing medium for cut flower cultivation.

References

- Anderson, R. G. (1994). Effect of Sucrose Solutions on Post Harvest Life of Godetia (*Clarkia amoena*). Floriculture Research Report 14-04. Kentucky Agricultural Experiment Station, University of Kentucky, College of Agriculture Department of Horticulture. Lexington, Kentucky 40546.
- Anderson, R. G. (1998). *Clarkia*. In: V. Ball (ed.), *Ball Red Book*. 16th edition. Ball Publishing Co., Batavia IL, pp. 426-432.
- Arief, Z. M. (2016). Defoliation and silverthiosulphate pulse treatment prolongs the vase life of cut stalks of *Clarkia amoena*. *Journal of Plant Science and Research*, 3(2), 162.
- Bąbalewski, P. And Pancerz, M. (2015). Autumn Cultivation of Farewell-To-Spring (*Clarkia amoena* A. Nelson & J. F. Macbr.) in Unheated Foil Tunnel in Lower Silesia Condition. *Journal of Agricultural Science and Technology*. doi: 10.17265/2161-6256/2015.05.005

- Demirkan, G. Ç., Akat, H., and Yokas, I. (2014). Effects of sewage sludge on the growth and flower development of *Clarkia amoena*. *Journal of Agricultural Faculty of Uludag University*. 28(2), 49-57.
- Pojar, J., and MacKinnon, A. (1994). *Plants of the Pacific Northwest Coast: Washington, Oregon, British Columbia and Alaska*. Redmond, Washington: Lone Pine Pub., 209.
- Young-Mathews, A. (2012). Plant fact sheet for farewell to spring (*Clarkia amoena*). *USDA-Natural Resources Conservation Service, Corvallis Plant Materials Center, Corvallis, Oregon*.