



JOURNAL OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

Volume: 6 | Issue: 01 | Year: 2025 | e-ISSN: 2757-6779





Journal of Agricultural Biotechnology



Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) is in the category of peer-reviewed, online and open access international journal published by Sakarya University of Applied Sciences (SUBU) Scientific Publications Coordinatorship (BIYAK) SUBU. The journal accepts research and review articles in the field and does not charge publication fees. Our journal, which started its publication life with its first issue in December 2020, publishes 2 issues (June/December) per year. JOINABT accepts publications in Turkish or English. In all submitted articles, a double-blind peer-review system is used. For this reason, at the first submission stage, "nothing that may suggest authors should be written in the article or in the file name". "During article submission, the following documents must be uploaded to the system. If any of these documents are missing, the article will be REJECTED.

Journal of Agricultural Biotechnology (JOINABT) has an innovative vision on agricultural production methods and systems. It aims to bring new methods to the academic community in agricultural biotechnology and similar fields.

Biotechnology and especially covering various areas related to agriculture original articles:

- Agricultural Biotechnology
- Plant Science (Plant production, Physiology, Plant Breeding and Genetics, Agronomy, Field Crops, Horticulture, Plant protection etc.)
- Plant Biotechnology
- Zoology (Animal breeding, genetics and biotechnology etc.)
- Biometry and Genetics
- Biodiversity
- Bioinformatics and system biology
- Biology, Molecular Biology and Molecular genetics
- Botanic
- Landscape Architecture

Indexes



<https://www.citefactor.org/journal/index/28989/journal-of-agricultural-biotechnology#.YpXQGahBxPY>



<https://www.olderji.lbp.world/JournalProfile.aspx?jid=2757-6779>

JOURNAL BOARDS

Editor in Chief

Prof. Dr. Taki DEMİR

Editor

Prof. Dr. Mustafa YILMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ŞİN

Field Editorial Board

Prof. Dr. Muhammad ASLAM
Prof. Dr. Ömer BEYHAN
Prof. Dr. Rüstem CANGİ
Prof. Dr. Salih KARABÖRKLÜ
Prof. Dr. Behçet KIR
Prof. Dr. Fatih SÖNMEZ
Prof. Dr. Kenan KILIÇ
Prof. Dr. Mehmet ÖTEN
Prof. Dr. Necdettin SAĞLAM
Prof. Dr. Saim ÖZDEMİR
Doç. Dr. Reza AMIRNIA
Doç. Dr. Hüseyin İrfan BALIK
Doç. Dr. Hamza BOZKIR
Doç. Dr. Mustafa ERGEN
Doç. Dr. Melih YILAR
Doç. Dr. Rahime CENGİZ
Dr. Öğr. Üyesi Gülay ZULKADİR
Dr. Öğr. Üyesi İsmet YILDIRIM
Dr. Elisa Azura AZMAN
Mehmet KOYUNCU
Alireza TARINEJAD

Language Editor

Yasin Kültigin YAMAN

Statistics Editor

Doç. Dr. Ferzat TURAN

Technical and Layout Editor

Dr. Öğr. Üyesi Bahadır ŞİN

Secretaries

Arş. Gör. Melike KÖSE
Arş. Gör. Gürkan PURLU
Arş. Gör. Furkan DOĞAN
Arş. Gör. Gülenur ŞANLI
Arş. Gör. Zeliha ATAKUL

JOURNAL OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

VOL. 6 No. 1 (2025): JUNE TABLE OF CONTENTS

Research Article/ Araştırma Makalesi

- Optimization of Fermented Bio-Regulators Applied to Soil and Leaves for Sustainable Okra (*Abelmoschus esculentus*) Production 1-13
Albino N. TAER, Erma C. TAER, Siony M. CORDIVA
- Farklı Sterilizasyon Yöntemleri Kullanılarak Fiğ (*Vicia sativa* L.) ve Bakla (*Vicia faba* L.)'da Bakteri (*Rhizobium spp*) İzolasyon Çalışması 14-22
Mehmet ÖTEN, Zeynep DURAN , Ferzat TURAN
- Farklı Katkı Maddeleri ile Yapılan Koçanlı ve Koçansız Mısır (*Zea mays* L.) Silajının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi 23-31
Mustafa YILMAZ, Mehmet ÖTEN, Rahime CENGİZ, Ferzat TURAN, Melike KÖSE

Reviews/Derleme

- Bitkilerin Savunma Sistemlerini Güçlendirmede Yeni Bir Eğilim: Agrohımeopati 32-42
Ertan AHMED

Optimization of Fermented Bio-Regulators Applied to Soil and Leaves for Sustainable Okra (*Abelmoschus esculentus*) Production

Albino N. Taer^{1*} , Erma C. Taer² , Siony M. Cordiva³ 

¹Researcher of Agriculture, College of Agri-Fishery and Allied Sciences, Surigao del Norte State University-Mainit Campus, Mainit Surigao del Norte Philippines

²Faculty of Crop Science, College of Agri-Fishery and Allied Sciences, Surigao del Norte State University-Mainit Campus, Mainit Surigao del Norte Philippines

³Faculty of Animal Science, College of Agri-Fishery and Allied Sciences, Surigao del Norte State University-Mainit Campus, Mainit Surigao del Norte Philippines

ABSTRACT

The study aims to develop eco-friendly alternatives to conventional fertilization for the sustainable intensification of vegetable production. This research assessed the impact of locally produced fermented amendments and methods of their application on okra, *Abelmoschus esculentus*. The experiment employed a randomized complete block design with nine treatments comparing four fermented preparations (plant juice, fruit juice, fish amino acids, and eggshells) applied through subsurface or foliar methods against conventional soil test recommendations. Bio-amendments demonstrated superior performance in maintaining soil nutrient status, with fermented amendments maintaining higher soil organic matter (3.32%) than conventional fertilization (3.18%). Foliar application of fermented fruit juice (FFJ) produced the tallest plants (62.32 cm at 90 DAS), while FFJ-subsurface significantly accelerated flowering (30.50 days). Fish amino acid foliar application yielded the highest number of marketable fruits (3.00), while FFJ-foliar treatment achieved the maximum marketable fruit weight (72.50 g). Bio-amended treatments also influenced fruit nutritional composition, with FAA-subsurface and FPJ-foliar treatments resulting in significantly lower fiber content (24.35%) compared to conventional fertilization (24.46%), while maintaining consistent levels of ash (6.37-6.42%), protein (10.38-10.42%), and fats (1.38-1.41%). Results demonstrate that locally sourced fermented bio-amendments can effectively match or exceed conventional fertilization while supporting soil health, particularly when applied through appropriate delivery methods. This research provides practical guidance for sustainable okra production while advancing the understanding of bio-amendment delivery system optimization.

Keywords: Fermented bio-amendments, Foliar application methods, Subsurface fertilization, Fish amino acids, Sustainable agriculture

* Corresponding Author's email: albinotaer94@gmail.com

Cite as: Taer, A.N., Taer, E.C. & Cordiva, S.M. (2025). Optimization of Fermented Bio-Regulators Applied to Soil and Leaves for Sustainable Okra (*Abelmoschus esculentus*) Production, *Journal of Agricultural Biotechnology*, 6(1), 1-13. <https://doi.org/10.58728/joinabt.1595917>

Sürdürülebilir Bamya (*Abelmoschus esculentus*) Üretimi İçin Toprak Altı ve Yaprak Uygulamalı Fermente Biyo- Düzenleyicilerin Optimizasyonu

ÖZ

Çalışma, sebze üretiminin sürdürülebilir yoğunlaştırılması için geleneksel gübreleme yöntemlerine çevre dostu alternatifler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Bu araştırmada, yerel olarak üretilen fermente düzenleyicilerin ve bunların bamya (*Abelmoschus esculentus*) üzerindeki uygulama yöntemlerinin etkisi değerlendirilmiştir. Deney, rastgele tam blok deneme deseni kullanılarak dokuz farklı uygulamayı içermektedir. Dört fermente hazırlık (bitki suyu, meyve suyu, balık amino asitleri ve yumurta kabukları), toprak altı veya yaprak uygulama yöntemleriyle, geleneksel toprak analizine dayalı gübreleme önerileriyle karşılaştırılmıştır. Biyo-düzenleyiciler, toprak besin durumunu koruma açısından üstün performans göstermiş ve fermente düzenleyiciler, geleneksel gübrelemeye göre daha yüksek organik madde içeriğini (3,32%) sağlamıştır (geleneksel gübreleme: 3,18%). Fermente meyve suyu (FFJ) yaprak uygulaması, en uzun bitkileri üretmiştir (90. gün sonunda 62,32 cm), FFJ-toprak altı uygulaması ise çiçeklenmeyi önemli ölçüde hızlandırmıştır (30,50 gün). Balık amino asidi yaprak uygulaması, en yüksek pazar değerindeki meyve sayısını (3,00) sağlamış, FFJ-yaprak uygulaması ise en ağır pazar değerindeki meyve ağırlığını (72,50 g) elde etmiştir. Biyo-düzenleyici uygulamaları, meyve besin bileşimini de etkilemiştir. FAA-toprak altı ve FPJ-yaprak uygulamaları, geleneksel gübrelemeye (24,46%) kıyasla önemli ölçüde daha düşük lif içeriği (24,35%) sağlamış, aynı zamanda kül (6,37-6,42%), protein (10,38-10,42%) ve yağ (1,38-1,41%) seviyelerini tutarlı bir şekilde korumuştur. Sonuçlar, yerel kaynaklı fermente biyo-düzenleyicilerin uygun uygulama yöntemleriyle kullanıldığında geleneksel gübrelemeyle eşit veya üstün performans gösterebildiğini ve toprak sağlığını desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu araştırma, sürdürülebilir bamya üretimi için pratik rehberlik sağlamakta ve biyo-düzenleyici uygulama sistemlerinin optimizasyonuna ilişkin anlayışı geliştirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fermente biyo-düzenleyiciler, Yaprak uygulama yöntemleri, Toprak altı gübreleme, Balık amino asitleri, Sürdürülebilir tarım

1. Introduction

Modern agriculture worldwide is under mounting pressure to produce more food to meet the demand while reducing chemical inputs and environmental degradation. Modern conventional farming practices are primarily based on synthetic fertilizers that are inherently hazardous to human health and gradually deplete the soil [1]. This challenge has been felt in okra (*Abelmoschus esculentus*) production driven by intensive practice and depending much on chemical fertilizer, hence affecting the quality of soil and causing a high cost of production [2, 3]. The quest for sustainable alternatives has sparked a ray of hope in the form of organic bio-amendments, particularly fermented preparations [4]. These alternatives have shown the potential to enhance nutrient availability and soil biological activity, matching or surpassing mineral fertilization's effectiveness [5]. Importantly, these bio-based solutions hold particular promise for small-scale farmers, offering potential cost savings and promoting circular agricultural principles [6].

However, significant knowledge gaps exist regarding the optimal formulation and application of locally sourced bio-amendments. While studies have explored various organic inputs individually, including fish waste [7], plant materials [8], and fermented preparations [4], limited research has systematically compared their effectiveness when delivered through different application methods. The choice between subsurface and foliar application represents a critical knowledge gap, as each method influence nutrient availability and plant uptake patterns differently [9, 10].

This research addresses these gaps by integrating traditional fermentation techniques with modern application methods. The study uniquely combines locally available materials—including plant

residues, fish waste, and eggshells—with a systematic comparison of subsurface and foliar application techniques. This approach aligns with emerging evidence that the application method significantly influences amendment effectiveness [32, 43] while supporting principles of sustainable intensification. The significance of this research extends beyond immediate agronomic benefits. With its comprehensive assessment of soil health, plant growth, and fruit quality parameters, this study provides a robust and reliable evaluation of sustainable okra production systems. By evaluating locally sourced bio-amendments, the research contributes to circular agriculture principles and offers potential economic advantages for small-scale farmers.

This research tests two fundamental hypotheses about bio-amendment effectiveness in okra production systems. First, we hypothesize that organic bio-amendments, when applied through optimized delivery methods, can match the performance of conventional fertilization practices while enhancing overall system sustainability. This builds on emerging evidence that fermented organic amendments can yield comparable mineral fertilization yields while improving soil biological properties. Second, we hypothesize that fertilizer application methods significantly influence crop response patterns, recognizing that nutrient delivery pathways can substantially affect plant uptake efficiency and growth responses. This research pursues several interconnected objectives by systematically evaluating different bio-amendments and application techniques. The primary aim is to determine how fermented bio-amendments (FPJ, FFJ, FAA, and FE) and their application methods affect soil chemical properties and plant growth parameters and to compare the effectiveness of subsurface versus foliar spray application methods for each bio-amendment type. The study also assesses how different bio-amendments and application methods influence fruit quality characteristics and the economic viability and sustainability implications of different treatment combinations.

2. Material and Method

2.1. Study locale and experimental design

The study was conducted from November 15, 2022, to February 28, 2023, at the Surigao del Norte State University (SNSU) Mainit Campus Demonstration Farm (9°31'48 "N, 125°30'36 "E), situated at an elevation of 42 meters above sea level. According to USDA Soil Taxonomy 2022, the soil is classified as Typic Hapludalf, with a silty loam texture and near-neutral pH. The site experiences evenly distributed rainfall (average 2.5 mm/day) during the wet season from May to October.

The experiment utilized a Randomized Complete Block Design (RCBD) with nine treatments: T1 (soil test recommendation - STR), T2 (FPJ – subsurface application), T3 (FFJ - subsurface application), T4 (FAA – subsurface application), T5 (FE – subsurface application), T6 (FPJ – foliar spray), T7 (FFJ – foliar spray), T8 (FAA – foliar spray), and T9 (FE – foliar spray). Each treatment was replicated four times, creating 36 experimental units of 2 × 2 m each. The study used a Smooth Green variety of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Seeds were sown on November 15, 2022, with eight plants per experimental unit (2 seeds per hill, later thinned to one), maintaining 80 cm between furrows and 50 cm between plants, resulting in 32 plants per treatment across all replications.

2.2. Soil sampling and analysis

Initial soil sampling was conducted on November 1, 2022, using a 10-cm diameter soil probe (AMS Inc., American Falls, ID, USA). Each experimental unit collected ten soil cores at a depth of 15 cm in a zigzag pattern. Samples were homogenized to create composite samples for analysis. Post-harvest soil sampling was performed on March 1, 2023, following identical spatial sampling patterns but collecting separate samples from 0-10 cm and 10-15 cm depths to assess vertical nutrient distribution. All soil samples were air-dried, ground, and passed through a 2-mm sieve before analysis. Soil pH was determined in a 1:2.5 soil water suspension using a calibrated pH meter [11]. Soil organic matter (OM) was analyzed using the Walkley-Black chromic acid wet oxidation method [12]. Available phosphorus

was extracted using the Olsen method for neutral to alkaline soils, with phosphorus concentration determined colorimetrically using the molybdenum blue method [13]. Available potassium was extracted using 1N ammonium acetate at pH 7.0 and measured using flame photometry [14]. All analyses were performed at the Department of Agriculture Soil Analytical Laboratory, Butuan City, Philippines.

2.3. Preparation of fermented amendments

Raw materials were sourced from the Mainit Public Market on November 8, 2022. Plant materials included Alugbati (*Basella alba*), Water spinach (*Ipomoea aquatica*), Sweet potato tops (*Ipomoea batatas*), Squash (*Cucurbita maxima*), Watermelon (*Citrullus lanatus*), and ripe Banana (*Musa acuminata*). Materials were washed and cut into 2.5 cm pieces.

Fermented Plant Juice (FPJ) was prepared by combining equal weights of chopped Alugbati, Water spinach, and sweet potato tops with molasses (1:1 w/w ratio). Fermented Fruit Juice (FFJ) was prepared similarly using banana, squash, and watermelon. Fish Amino Acids (FAA) were produced using fresh fish viscera and molasses (1:1 w/w); for Fermented Eggshells (FE), crushed chicken eggshells were mixed with molasses (1:1 w/w). Each mixture was fermented in sterilized 4L glass containers at $25\pm3^{\circ}\text{C}$. Plant-based media (FPJ, FFJ) were fermented for 7 days following modified protocols from Joshi and Rana (2009). Animal-based materials (FAA, FE) were fermented for 15-20 days.

2.4. Amendment application and irrigation

Treatments were applied weekly from November 22, 2022, to February 21, 2023. Fermented preparations were diluted (10 mL/L water) before application. The subsurface application involved delivering 250 mL of solution per plant directly to the root zone using calibrated watering cans with modified nozzles. Foliar spray applications were conducted using backpack sprayers with cone nozzles, applying the same volume per plant to achieve complete canopy coverage.

Irrigation was provided twice weekly using drip lines for subsurface treatments and overhead sprinklers for foliar treatments, maintaining soil moisture at field capacity based on tensiometer readings. The control treatment (STR) fertilization based on soil test recommendations of 3 bags of Ammosul/ha 10 days after transplanting (DAT) and one bag of Urea/ha at 30 DAT.

2.5. Crop management and data collection

Standard agronomic practices followed the Philippines National Okra Production Guide (2021). Plant height measurements were taken 30, 60, and 90 days after sowing. Reproductive development was monitored daily. Harvest began 45 days after sowing and continued thrice weekly until February 28, 2023. Fruits were harvested at commercial maturity (6-8 cm length) and sorted into marketable and non-marketable categories based on the Philippine National Standards for Fresh Vegetables (PNS/BAFS 40:2014).

2.6. Fruit nutrient analysis

Mature okra fruits were harvested at commercial maturity, cleaned, and prepared for nutrient analysis following Cunniff and Washington protocols [15]. Samples were analyzed in triplicate for ash, fiber, protein, and fat content. Ash content was determined using the dry ashing method by incinerating samples in a muffle furnace at 550°C until constant weight was achieved [16]. Crude fiber content was analyzed using the Weende method [17], involving sequential acid and alkaline digestion, followed by ashing of the residue [18].

Total protein content was determined using the Kjeldahl method, which involved digesting samples with concentrated sulfuric acid, followed by distillation and titration. The nitrogen content was multiplied by a conversion factor of 6.25 to obtain crude protein percentage [19]. Fat content was measured using the Soxhlet extraction method with petroleum ether as the extraction solvent [20]. All analyses were performed at the Department of Agriculture Feed Analytical Laboratory, Butuan City, Philippines.

2.7. Statistical analysis

All data was tested for normality using the Shapiro-Wilk test, and homogeneous variances were confirmed using Levene's test before the variance analysis. One-way ANOVA was utilized for post-harvest soil data and nutrient contents of okra fruits, followed by Tukey's test. A non-parametric Friedman Test was employed for plant height, days to flowering, and fruiting. All statistical analyses were carried out using SPSS Version 26 software. Statistical significance was determined at $p < 0.05$ for all tests, and data are presented as mean $\pm$ standard error of replicates.

3. Results and Discussion

3.1. Pre-planting and post-harvest soil nutrient

Bio-amendment treatments demonstrated superior performance in maintaining and enhancing soil nutrient status compared to conventional STR treatment (Table 1). Treatments using fermented amendments maintained higher soil organic matter (3.32%) compared to STR (3.18%), with FAA-subsurface and FE-foliar treatments achieving the highest potassium levels (1345.44 ppm and 1345.59 ppm respectively). This effectiveness aligns with previous research showing that organic amendments enhance soil properties through multiple mechanisms [21, 1]. The stability of soil pH across treatments (5.91-6.11) indicates that bio-amendments maintain favorable conditions for nutrient availability and microbial activity. This finding corresponds with research demonstrating that organic amendments support consistent pH levels crucial for soil health [22]. Additionally, the maintained phosphorus levels (41.84-41.97 ppm) across treatments suggest effective nutrient cycling, though this contrasts with some studies reporting higher available P in organic systems [23].

The enhanced potassium availability under bio-amendment treatments indicates their effectiveness in improving soil K content. Recent research supports this finding, demonstrating that organic amendments can significantly increase various forms of potassium in surface soil layers [24]. Furthermore, the sustained organic matter levels under bio-amendments suggest potential long-term benefits for soil health, supporting findings about the superiority of organic practices in maintaining soil properties [25]. The effectiveness of fermented amendments specifically relates to their ability to improve soil microbial activity while maintaining crop yields comparable to mineral fertilization. Studies have shown that fermented organic amendments contain beneficial microbes capable of solubilizing soil nutrients [4, 5]. However, the full benefits of organic management require extended periods, as significant differences in soil properties typically emerge after 2-3 years of consistent application [26].

3.2. Growth, number of days to 50% flowering and 50% fruiting

3.2.1. Growth measurements of okra plants

Treatment effects on plant height showed progressively increasing differentiation over time, with statistical significance strengthening from 30 DAS ($p = 0.042$) to 90 DAS ($p < 0.001$) (Table 2). FFJ-foliar treatment consistently produced the tallest plants across all measurement periods (12.63 cm, 23.83 cm, and 62.32 cm at 30, 60, and 90 DAS respectively), while FFJ-subsurface resulted in the shortest plants at later stages (37.43 cm at 90 DAS). This temporal pattern suggests cumulative impacts of both ferment type and application method on growth patterns, supporting findings that nutrient elements progressively influence plant growth through multiple pathways [27]. The contrasting performance between foliar and subsurface applications highlights the crucial role of application method in treatment effectiveness. FFJ-foliar's superior performance aligns with research showing that foliar applications are particularly effective when timed to meet specific vegetative growth stages [28]. Moreover, studies have demonstrated that foliar application can be nearly as effective as soil application in influencing crop growth parameters [29]. The temporal development of treatment effects reflects distinct physiological mechanisms at each growth stage. Early phase differences (30 DAS: 10.69-12.63 cm) were relatively minor, suggesting initial nutrient availability was less treatment-dependent [21]. Mid-growth phase

variations (60 DAS: 18.37-23.83 cm) increased as nutrients were progressively released from fermented amendments [4]. The dramatic differences at 90 DAS (37.43-62.32 cm) confirm that fermented amendments require time to fully establish their beneficial effects [5].

Table 1. Pre-planting and post-harvest nutrient status of the soil of the experiment.

Parameters	Soil pH	Soil OM (%)	Available P (ppm)	Available K (ppm)
Pre-planting	6.00	3.29	41.95	1337.01
Post-Harvest:				
STR	5.91	3.18 ^a	41.84	1331.51 ^a
FPJ - subsurface	6.10	3.32 ^b	41.91	1341.53 ^{bcd}
FFJ - subsurface	6.00	3.32 ^b	41.97	1340.85 ^{bc}
FAA - subsurface	6.11	3.29 ^{ab}	41.89	1345.44 ^d
FE - subsurface	6.10	3.32 ^b	41.97	1338.97 ^b
FPJ - foliar	6.11	3.32 ^b	41.93	1343.81 ^{cd}
FFJ - foliar	6.10	3.32 ^b	41.94	1340.89 ^{bc}
FAA - foliar	6.11	3.31 ^b	41.96	1343.08 ^{bcd}
FE - foliar	6.00	3.32 ^b	41.91	1345.59 ^d
CV%	4.69	1.68	0.15	0.31

Column means of the same superscript are not statistically different at the 0.05 level. STR – soil test recommendation, FPJ – fermented plant juice, FFJ – fermented fruit juice, FAA – fish amino acid, FE – fermented eggshells, OM – organic matter, P – Phosphorus, K – Potassium, and ppm – parts per million

The effectiveness of foliar application supports broader research on organic-chelate fertilizers improving plant height compared to control treatments [30]. However, these results contrast with studies suggesting that surface application is as effective as incorporated amendments [31], particularly regarding FFJ treatments where application method significantly influenced outcomes. This divergence highlights the importance of considering specific amendment types and local conditions when selecting application methods. These findings have important implications for agricultural management, emphasizing the need for careful timing and environmental consideration in foliar applications [32]. The significant growth promotion achieved with FFJ-foliar treatment demonstrates the potential of fermented amendments as alternatives to conventional fertilizers, supporting the transition toward more sustainable agricultural practices [33]. Further research should focus on understanding nutrient uptake pathways and optimizing application timing to maximize treatment effectiveness [34].

3.2.2. Days to 50% flowering

Treatments demonstrated highly significant differences in flowering time ($p = 0.002$), with FFJ-subsurface promoting earliest flowering at 30.50 days while FE-subsurface delayed flowering until 57.55 days. The wide variation between treatments (30.50-57.55 days) indicates that both ferment type and application method substantially influence reproductive transition timing. This significant impact on developmental timing aligns with research showing nutrient elements as primary factors affecting plant developmental stages [27]. The effectiveness of subsurface versus foliar applications varied markedly by ferment type, with FFJ-subsurface showing superior performance in promoting early flowering. This accelerated flowering response can be attributed to efficient delivery of key nutrients and bioactive compounds to the root zone, supporting findings that subsurface application significantly improves nutrient uptake efficiency [9]. The mechanism involves beneficial microorganisms in fermented amendments solubilizing soil nutrients crucial for reproductive development [4]. FFJ-subsurface treatment's effectiveness in promoting early flowering stems from its unique characteristics and mode of action. Research has shown that fermented fruit extracts contain bioactive compounds that significantly improve physiological processes and plant development [35]. Conversely, the delayed flowering in FE-subsurface treatment reflects the gradual release and availability of nutrients from fermented eggshell applications [36]. Our findings support observations that organic fertilizers contribute to substantial improvements in plant developmental parameters [37], but they contrast with

studies showing initially slower development under organic management [21]. This difference are results from variations in amendment types and application methods. These findings strongly support the study's objective of evaluating locally sourced bio-amendments and their application methods. The significant variation in flowering response demonstrates the potential for optimizing reproductive development through appropriate amendment selection and application method, aligning with goals for sustainable agricultural practices utilizing bio-based fertilizers [33]. Further research should focus on characterizing bioactive compounds and their pathways of action [5], as well as investigating nutrient interactions and their assimilation pathways to optimize treatment effectiveness [34].

3.2.3. Days to 50% fruiting

The study revealed highly significant differences in fruiting time among treatments ($p < 0.001$), with FFJ-subsurface treatment exhibiting the shortest period from flowering to fruiting at 0.97 days, while FE-foliar showed the longest period at 2.03 days. Other treatments demonstrated intermediate fruiting times ranging from 1.43 to 2.02 days (Table 2). This significant variation suggests that both the type of fermented bio-amendment and its application method substantially influence the reproductive development of okra. The notably faster fruiting response to FFJ-subsurface treatment indicates that fermented fruit juice, when applied below the soil surface, can optimize conditions for rapid fruit development. According to Sulok et al. [4], fermented fruit juices contain beneficial microorganisms capable of solubilizing soil nutrients, particularly phosphorus and potassium, which are crucial for reproductive development. The subsurface application enhanced nutrient availability in the root zone, as supported by Bhuiyan et al. [9], who found that subsurface nutrient placement significantly improved nutrient uptake efficiency. The slower fruiting response in FE-foliar treatment aligns with findings from Gulzar et al. [38], indicating that eggshell amendments primarily influence calcium availability rather than broader metabolic processes that might accelerate fruiting.

The study of Zhang et al. [35] demonstrated that fermented fruit extracts significantly improved physiological processes and development in fruit trees, supporting our observations of accelerated fruiting with FFJ treatments. The effectiveness of subsurface application is corroborated by Blackshaw et al. [39], who found that point-injected nutrients resulted in superior plant performance compared to surface applications. Additionally, Urrea et al. [5] showed that fermented liquid organic amendments, when applied at optimal doses, could match or exceed the effectiveness of mineral fertilization in supporting crop development. The pronounced effect of FFJ-subsurface treatment on fruiting time has significant implications for agricultural management. As demonstrated by Fahrurrozi et al. [29], the effectiveness of soil application was 99.625% as effective as foliar application in influencing crop development, supporting our finding of superior performance with subsurface application. The rapid transition to fruiting observed with FFJ-subsurface treatment suggests potential benefits for reducing crop cycle duration and improving production efficiency. However, as noted by Derrick [32], successful implementation requires careful consideration of application timing and environmental conditions.

The fruiting response patterns show interesting correlations with flowering times, where FFJ-subsurface treatment consistently demonstrated accelerated reproductive development. This consistency across developmental stages suggests that the treatment's effects are sustained throughout the reproductive phase. The relationship between rapid fruiting and subsequent yield parameters is supported by Alzamel et al. [37], who found that organic fertilizer treatments contributed to substantial increases in production yield compared to inorganic treatments. Further investigation is needed to fully understand the mechanisms underlying the accelerated fruiting response to FFJ-subsurface treatment. As suggested by He et al. [27], nutrient elements are key factors affecting plant development, but the specific pathways and interactions need clarification.

Table 2. Growth of okra applied with various fermentation media blends by subsurface and foliar applications.

TREATMENT	Plant Height (cm)			No. of days flowering	No. of days fruiting
	30 DAS	60 DAS	90 DAS		
STR	11.56 ^{ab}	19.87 ^{ab}	59.07 ^{bc}	49.90 ^{ab}	1.83 ^{ab}
FPJ - subsurface	10.69 ^a	19.50 ^{ab}	51.15 ^{ab}	47.75 ^{ab}	1.43 ^{ab}
FFJ - subsurface	10.90 ^a	18.37 ^a	37.43 ^a	30.50 ^a	0.97 ^a
FAA - subsurface	12.43 ^{ab}	22.85 ^b	62.08 ^{bc}	54.45 ^{ab}	2.02 ^b
FE - subsurface	11.70 ^{ab}	23.30 ^b	59.43 ^{bc}	57.55 ^b	1.97 ^b
FPJ - foliar	11.58 ^{ab}	21.77 ^{ab}	55.00 ^{bc}	46.35 ^{ab}	1.67 ^{ab}
FFJ - foliar	12.63 ^b	23.83 ^b	62.32 ^c	53.15 ^{ab}	2.02 ^b
FAA - foliar	11.27 ^{ab}	22.82 ^{ab}	60.85 ^{bc}	50.87 ^{ab}	1.95 ^b
FE - foliar	11.90 ^{ab}	22.38 ^{ab}	55.90 ^{bc}	55.15 ^b	2.03 ^b
Chi-Square	16.026	21.01	47.176	24.3	30.294
Asymp. Sig.	0.042*	0.007*	<.001*	0.002*	<.001*

Column means of the same superscript are not statistically different at the .05 level Significant. Asymp. Sig. - Asymptotic significance, STR – soil test recommendation, FPJ – fermented plant juice, FFJ – fermented fruit juice, FAA – fish amino acid, FE – fermented eggshell

3.3. Yield traits

3.3.1. Fruit length and diameter

Fermentation media blends by subsurface and foliar applications showed significant differences in both fruit length ($p < 0.001$) and diameter ($p = 0.03$), with STR treatment producing the longest fruits (17.63 cm) and FFJ-foliar yielding the largest diameter (16.04 cm) in Table 3. The comparable performance between FFJ-foliar and STR treatments in fruit length, coupled with FFJ-foliar's superior performance in fruit diameter, demonstrates that bio-amendments can match or exceed conventional fertilization outcomes. This finding aligns with research showing that fermented organic amendments, when applied optimally, can produce results comparable to mineral fertilization [5]. The effectiveness of treatments varied notably by application method, with foliar applications showing superior results. FFJ-foliar's success in promoting fruit dimensions contrasts with the relatively lower performance of FAA-subsurface (14.81 cm length, 13.84 cm diameter), suggesting that nutrient composition and delivery method significantly influence fruit development [40]. The consistently better performance of foliar applications indicates that direct nutrient availability to developing fruits can be more efficient for size development, supporting research on the benefits of foliar nutrition for specific growth parameters [32].

Research indicates that organic amendments influence hormone balance and metabolic pathways crucial for fruit development [41]. The superior performance of FFJ-foliar treatment suggests efficient nutrient delivery and hormone regulation, aligning with findings that fermented fruit extracts can significantly improve physiological processes and fruit development [35]. This effectiveness relates to the importance of balanced nutrition for fruit development [42]. The comparable or superior performance of FFJ-foliar treatment to STR indicates its potential as a sustainable alternative to conventional fertilization, though success requires careful attention to application timing and method [43]. The results demonstrate that bio-amendments can maintain market-standard fruit dimensions while supporting sustainable agricultural practices [33]. Future research should focus on understanding nutrient uptake pathways and their influence on fruit development [34], with additional attention to optimizing application timing and concentration for improved treatment effectiveness.

3.3.2. Number of marketable and non-marketable fruits

Treatment effects showed highly significant differences in marketable fruit numbers ($p < 0.001$), with FAA-foliar producing the highest yield (3.00 fruits), followed by FFJ-foliar (2.57) and STR (2.15). The non-significant differences in non-marketable fruits ($p = 0.12$) suggest that treatments primarily influenced fruit quality development rather than defect reduction. Research shows that organic fertilizers

can enhance product quality while maintaining low rejection rates [43], with foliar-applied organic fertilizers significantly improving crop productivity and quality parameters [30]. The superiority of foliar applications in marketable fruit production demonstrates application method's crucial role in treatment effectiveness. The marked contrast between foliar and subsurface applications, particularly evident in FFJ treatments (2.57 vs 0.83 marketable fruits), indicates that direct nutrient delivery through foliar application is more efficient for fruit quality development. This aligns with research on the benefits of foliar nutrition for specific quality parameters [32] and the timing-sensitive nature of foliar applications [28]. The exceptional performance of FAA-foliar treatment can be attributed to its unique compositional characteristics. Research shows that fish-based amendments provide readily available amino acids and nutrients that influence plant metabolism and fruit development [40]. Similarly, the effectiveness of FFJ-foliar treatment supports findings that fermented fruit extracts contain beneficial bioactive compounds [35]. The varying effectiveness among bio-amendments reflects different mechanisms through which organic amendments influence crop development [4].

Bio-amendments could effectively replace conventional fertilizers while maintaining or improving product quality [5], with foliar applications showing particularly high effectiveness in organic systems [29]. The success of locally sourced bio-amendments supports circular economy principles in agriculture [6], though management decisions should carefully consider application timing and method optimization [43]. Future research should focus on understanding the mechanisms behind FAA-foliar and FFJ-foliar treatments' superior performance in promoting marketable fruit development. Investigation of nutrient uptake pathways and their influence on fruit quality development, along with examination of the leaf-root-soil microbe conduction system, could provide valuable insights for optimizing treatment outcomes.

3.3.3. Weight of marketable and non-marketable fruits

Treatment effects revealed highly significant differences in marketable fruit weight ($p < 0.001$), with FFJ-foliar yielding the highest weight (72.50 g), followed by FAA-foliar (65.03 g) and STR (59.12 g). Non-marketable fruit weights showed near-significant differences ($p = 0.079$), ranging from 1.03 to 5.60 g. This pattern demonstrates that bio-amendments, particularly when foliar-applied, can exceed conventional fertilization in promoting fruit weight development, supporting research showing that organic fertilizers can enhance product quality and yield parameters while maintaining low waste production [43]. The marked difference between foliar and subsurface applications, particularly evident in FFJ treatments (72.50 g vs 29.40 g), indicates that application method significantly influences nutrient delivery and utilization. This aligns with research showing that fermented organic amendments can match or exceed mineral fertilization effectiveness [5], while the success of fish-based amendments supports findings about readily available nutrients in fish-based fertilizers [40].

Research indicates that organic amendments influence hormone balance and metabolic pathways crucial for fruit development [41], while foliar applications enable efficient nutrient translocation [32]. The source-sink relationships affecting fruit weight development support findings about the physiological effects of fermented amendments on fruit development [35]. These findings have significant economic and management implications for sustainable agriculture. The substantially higher marketable fruit weights achieved with FFJ-foliar and FAA-foliar treatments compared to STR demonstrate the potential for bio-amendments to enhance crop productivity [37]. However, successful implementation requires careful attention to application timing and method [43], with consideration of foliar nutrient influences on crop development [27]. Future research should focus on understanding the mechanisms behind foliar-applied bio-amendments' superior performance in promoting fruit weight. Investigation of nutrient uptake pathways and their influence on fruit development [34], along with optimization of application timing and concentration [5], could further improve treatment effectiveness.

Table 3. Yield characteristics of okra applied with various fermentation media blends by subsurface and foliar applications.

TREATMENT	Fruit Length	Fruit Diameter	No. Marketable Fruit	No. Non-marketable Fruit	Wt. Marketable Fruit	Wt. Non-marketable Fruit
STR	17.63 ^b	14.67 ^{ab}	2.15 ^b	0.37	59.12 ^{abc}	4.55 ^{bc}
FPJ - subsurface	15.29 ^{ab}	14.55 ^{ab}	1.17 ^{ab}	0.13	34.87 ^{ab}	1.03 ^a
FFJ - subsurface	15.40 ^{ab}	14.49 ^{ab}	0.83 ^a	0.17	29.40 ^a	1.67 ^a
FAA - subsurface	14.81 ^a	13.84 ^a	1.72 ^b	0.18	49.58 ^{abc}	2.97 ^{abc}
FE - subsurface	15.77 ^{ab}	14.44 ^{ab}	1.58 ^b	0.17	47.08 ^{abc}	2.10 ^{ab}
FPJ - foliar	14.96 ^{ab}	14.15 ^{ab}	1.38 ^{ab}	0.15	42.38 ^{abc}	2.13 ^{ab}
FFJ - foliar	17.39 ^b	16.04 ^b	2.57 ^{bc}	0.27	72.50 ^c	5.60 ^c
FAA - foliar	15.28 ^{ab}	14.64 ^{ab}	3.00 ^c	0.28	65.03 ^c	3.37 ^{bc}
FE - foliar	14.91 ^{ab}	13.92 ^{ab}	1.62 ^{ab}	0.2	46.27 ^{abc}	3.00 ^{abc}
Chi-Square	77.659	17.053	50.621	12.758	29.486	14.092
Asymp. Sig.	<.001*	0.03*	<.001*	0.12*	<.001*	0.079*

Column means of the same superscript are not statistically different at the .05 level Significant. Asymp. Sig. - Asymptotic significance, STR – soil test recommendation, FPJ – fermented plant juice, FFJ – fermented fruit juice, FAA – fish amino acid, FE – fermented eggshells

3.3.4. Nutrients of Okra fruits

Bio-amended treatments significantly influenced the nutritional composition of okra fruits, particularly affecting fiber content (Table 4). FAA-subsurface and FPJ-foliar treatments resulted in significantly lower fiber content (24.35%) compared to the STR treatment (24.46%), while maintaining consistent levels of ash (6.37-6.42%), protein (10.38-10.42%), and fats (1.38-1.41%). This reduction in fiber content suggests that fermented bio-amendments modulate plant metabolism differently than conventional fertilizer [44, 45]. The effectiveness of different ferment types varied notably based on their composition and application method. Fish Amino Acids demonstrated optimal performance when applied subsurface, aligning with research showing that fish-based ferments provide readily available amino acids that influence plant metabolism [40]. Similarly, plant-based ferments achieved comparable results through foliar application, supporting findings that fermented plant extracts can effectively influence plant development when properly delivered [46].

Application method played a crucial role in determining treatment effectiveness, with foliar applications generally resulting in lower fiber content compared to subsurface applications for the same ferment type. This pattern aligns with research demonstrating enhanced nutrient absorption through leaves [47] and the importance of direct nutrient access to plant metabolism [34]. The optimal performance of both FAA-subsurface and FPJ-foliar treatments suggests that specific ferment types work best with particular application methods. The variation in treatment effectiveness can be attributed to the complex composition and release patterns of bio-amendments. Research indicates that organic fertilizers affect biochemical parameters differently than chemical fertilizers due to their diverse nutrient profiles and gradual release characteristics [2, 48]. However, some contrasting findings exist, with certain studies reporting higher fiber content in organically grown vegetables [49], highlighting the importance of proper preparation methods and application timing in determining treatment outcomes [4]. These findings suggest that bio-amendments can effectively influence okra fruit quality parameters when properly formulated and applied. The success of specific ferment-application method combinations provides valuable insights for optimizing nutrient management systems in sustainable agriculture [10]. However, further research should focus on understanding the mechanisms behind these effects and optimizing application strategies for consistent results across different growing conditions.

Table 4. Effect of treatment on nutrient analysis of the okra fruits.

Sample	Ash (%)	Fiber (%)	Protein (%)	Fats (%)
STR	6.37	24.46 ^d	10.40	1.39
FPJ - subsurface	6.42	24.42 ^{cd}	10.41	1.40
FFJ - subsurface	6.42	24.43 ^{cd}	10.41	1.38
FAA - subsurface	6.40	24.35 ^a	10.38	1.40
FE - subsurface	6.40	24.44 ^{cd}	10.42	1.41
FPJ - foliar	6.38	24.35 ^a	10.40	1.38
FFJ - foliar	6.39	24.37 ^{ab}	10.41	1.39
FAA - foliar	6.41	24.40 ^{bc}	10.40	1.40
FE - foliar	6.40	24.37 ^{ab}	10.41	1.39
CV%	7.19	9.24	7.84	3.84

Column means of the same superscript are not statistically different at the .05 level. STR – soil test recommendation, FPJ – fermented plant juice, FFJ – fermented fruit juice, FAA – fish amino acid, FE – fermented eggshells

4. Conclusions

This study demonstrates that locally sourced fermented bio-amendments effectively influence okra growth, yield, and fruit quality, with outcomes varying significantly based on amendment type and application method. Bio-amendments maintained higher soil organic matter than conventional fertilization while sustaining stable pH levels and improving potassium availability, indicating their potential for sustainable soil management. Plant growth responses varied by treatment, with FFJ-foliar producing the tallest plants and FFJ-subsurface significantly accelerating flowering. Regarding fruit development, FFJ-foliar treatment achieved a maximum fruit diameter comparable to conventional fertilization. At the same time, FAA-foliar yielded the highest number of marketable fruits, and FFJ-foliar produced the highest marketable fruit weight. Additionally, bio-amendments resulted in lower fiber content compared to conventional treatment. Notably, the foliar application generally showed superior results to subsurface application, particularly for fruit quality parameters and marketable yield, though effectiveness varied by amendment type. These findings suggest that fermented bio-amendments, particularly FFJ and FAA applied through foliar methods, can be effective alternatives to conventional fertilization in okra production while supporting sustainable agricultural practices. However, successful implementation requires careful consideration of amendment type and application method to optimize results.

5. Declaration

5.1. Competing Interests

All authors declare no competing interest

5.2. Author Contributions

Author 1- designed the study, performed the statistical analysis and correspondence.

Author 2 -data gathering, managed the literature searched, and approved the final manuscript.

Author 3 - writing/drafting the manuscript, laboratory work/experimental procedures, and editing of the manuscript

5.3. Ethics Committee Approval

Not applicable

5.4. Acknowledgements

The authors acknowledge the Surigao del Norte State University Research and Extension Office's institutional support in facilitating this research. The successful completion of this study would not have been possible without the collaborative effort of these organizations.

6. References

- [1] Biliás, F., Kalderis, D., Richardson, C., Barbayiannis, N and Gasparatos, D. (2022). Biochar application as a soil potassium management strategy: A review. *The Science of the Total Environment*, 858, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159782>
- [2] Chattoo, M.A., Ahmed, N.A., Wani, M.H., Mir, S.A., Khan, S.H and Jabeen, N. (2011). Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of Okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Vegetable Science*, 38, 135-139.
- [3] Wagh, S.S., Laharia, G.S., Iratkar, A.G and Gajare, A.S. (2014). Effect of INM on nutrient uptake, yield and quality of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Asian Journal of Soil Science*, 9, 21-24.
- [4] Sulok, K.M., Ahmed, O.H., Khew, C.Y., Zehnder, J.A., Jalloh, M.B., Musah, A.A and Abdu, A.B. (2021). Chemical and biological characteristics of organic amendments produced from selected agro-wastes with potential for sustaining soil health: A Laboratory Assessment. *Sustainability*, 13, 4919. <https://doi.org/10.3390/su13094919>
- [5] Urra, J., Alkorta, I., Mijangos, I and Garbisu, C. (2020). Commercial and farm fermented liquid organic amendments to improve soil quality and lettuce yield. *Journal of environmental management*, 264, 110422. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110422>
- [6] Luo, Y., Chavez-Rico, V.S., Sechi, V., Bezemer, T.M., Buisman, C.J and Heijne, A. (2023). Effect of organic amendments obtained from different pretreatment technologies on soil microbial community. *Environmental research*, 116346. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116346>
- [7] Ahuja, I., Daukšas, E., Remme, J.F., Richardsen, R.N and Løes, A. (2020). Fish and fish waste-based fertilizers in organic farming - With status in Norway: A review. *Waste management*, 115, 95-112. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.025>
- [8] Teshome, Y. (2021). Review for fermentation on the rate of plant nutrient management practices in Ethiopia. *International Journal of Research in Agronomy*. 4(2), 127-131 <https://doi.org/10.33545/2618060X.2021.v4.i2a.139>
- [9] Bhuiyan, M.N., Rahman, A., Loladze, I., Das, S and Kim, P.J. (2023). Subsurface fertilization boosts crop yields and lowers greenhouse gas emissions: A global meta-analysis. *The Science of the Total Environment*, 876, 162712. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162712>
- [10] Krishnasree, R.K., Raj, S.K and Chacko, S.R. (2021). Foliar nutrition in vegetables: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 10(1), 2393-2398. <https://doi.org/10.22271/phyto.2021.v10.i1ah.13716>
- [11] Thomas, G.W. (1996). Soil pH and soil acidity. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5, 475-490. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c16>
- [12] Nelson, D.W and Sommers, L.E. (1982). Total carbon, organic carbon, and organic matter. *Methods of Soil Analysis: Part 2 Chemical and Microbiological Properties*, 9, 539-579. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c29>
- [13] Olsen, S.R and Sommers, L.E. (1982). Phosphorus. Pp: 403-430. *Methods of Soil Analysis, Chemical and Microbiological Properties. Part, 2*. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr9.2.2ed.c24>
- [14] Helmke, P.A and Sparks, D.L. (1996). Lithium, sodium, potassium, rubidium, and cesium. *Methods of Soil Analysis: Part 3 Chemical Methods*, 5, 551-574. <https://doi.org/10.2136/sssabookser5.3.c19>
- [15] Cunniff, P and Washington, D. (1997). Official methods of analysis of AOAC International. *Journal of AOAC International*, 80(6), 127A. <https://doi.org/10.1093/jaoac/80.1.277>
- [16] Marshall, M.R. (2010). Ash analysis. *Food analysis*, 4, 105-116. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_7
- [17] Nehring, K. (1966). Crude fibre or crude cellulose. The development of Weende analysis of feedingstuffs. *Archiv für Tierernährung*, 16, 77-102
- [18] Van Soest, P.V., Robertson, J.B and Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- [19] Mariotti, F., Tomé, D and Mirand, P.P. (2008). Converting nitrogen into protein-beyond 6.25 and Jones' factors. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(2), 177-184. <https://doi.org/10.1080/10408390701279749>
- [20] De Castro, M.L and Priego-Capote, F. (2010). Soxhlet extraction: Past and present panacea. *Journal of Chromatography A*, 1217(16), 2383-2389. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.11.027>
- [21] Herencia, J.F., Ruiz, J.C., Melero, S., Garcia Galavis, P and Maqueda, C. (2008). A short-term comparison of organic v. conventional agriculture in a silty loam soil using two organic amendments. *The Journal of Agricultural Science*, 146, 677 - 687. <https://doi.org/10.1017/S0021859608008071>
- [22] Kim, H.W., Choi, H.S., Kim, B.H., Kim, H.J., Choi, K.J., Jeong, D.Y and Jeong, S.K. (2012). Changes in rice yield according to surface and full-layer application of organic fertilizer. *Korean Journal of Organic Agriculture*, 20 (1), 81-89.
- [23] Nayakekorola, H and Woodard, H.J. (1995). Profile distribution of extractable phosphorus following a knife-applied subsurface phosphorus fertilizer band. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 26, 3193-3203. <https://doi.org/10.1080/00103629509369520>
- [24] Bao, Z., Dai, W., Su, X., Liu, Z., An, Z., Sun, Q., Jing, H., Lin, L., Chen, Y and Meng, J. (2024). Long-term biochar application promoted soil aggregate-associated potassium availability and maize potassium uptake. *GCB Bioenergy*, 16, 1-13. <https://doi.org/10.1111/gcbb.13134>
- [25] Sheoran, H.S., Kakar, R., Kumar, N and Seema, J. (2019). Impact of organic and conventional farming practices on soil quality: A global review. *Applied Ecology and Environmental Research*. 17(1), p951. https://doi.org/10.15666/aeer/1701_951968

- [26] Herencia, J.F and Maqueda, C. (2016). Effects of time and dose of organic fertilizers on soil fertility, nutrient content and yield of vegetables. The Journal of Agricultural Science, 154, 1343 - 1361. <https://doi.org/10.1017/S0021859615001136>.
- [27] He, C., Zhang, L and Li, X. (2022). Plant performance and soil fungal community impacts of enhancing *Dioscorea opposita* with spraying foliar fertilizer with different nutrient element combinations. Agronomy. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092017>.
- [28] Haytova, D.I. (2013). A review of foliar fertilization of some vegetables crops. Annual Review & Research in Biology, 3(4), 455-465.
- [29] Fahrurrozi, F., Mukhtar, Z., Setyowati, N., Sudjatmiko, S and Chozin, M. (2019). Comparative effects of soil and foliar applications of tithonia-enriched liquid organic fertilizer on yields of sweet corn in closed agriculture production system. AGRIVITA Journal of Agricultural Science. 41(2), 238-245. <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i2.1256>
- [30] Aslani, M and Souiri, M.K. (2018). Growth and quality of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under foliar application of organic-chelate fertilizers. Open Agriculture, 3, 146 - 154. <https://doi.org/10.1515/opag-2018-0015>
- [31] Cox, J., Hue, N.V., Ahmad, A.A and Kobayashi, K.D. (2021). Surface-applied or incorporated biochar and compost combination improves soil fertility, Chinese cabbage and papaya biomass. Biochar, 3(2), 213-227. <https://doi.org/10.1007/s42773-020-00081-z>
- [32] Derrick, O. (2009). Foliar fertilization: Mechanisms and magnitude of nutrient uptake. In Proceedings of the fluid forum (pp. 15-17).
- [33] Zhang, J., Akyol, Ç and Meers, E. (2023). Nutrient recovery and recycling from fishery waste and by-products. Journal of Environmental Management, 348, 119266. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119266>
- [34] Ziogas, V., Michailidis, M., Karagiannis, E., Tanou, G and Molassiotis, A. (2020). Manipulating fruit quality through foliar nutrition. In Fruit crops (pp. 401-417). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00029-0>
- [35] Zhang, J., Pang, H., Tian, J., Liu, M., Ji, Q and Yao, Y. (2017). Effects of apple fruit fermentation (AFF) solution on growth and fruit quality of apple trees. Brazilian Journal of Botany, 41, 11 - 19. <https://doi.org/10.1007/s40415-017-0418-8>
- [36] Urjintseren, P and Byambaa, J. (2024). Determination of egg shell structure and mineral composition using SEM - EDS and identification the possibility to produce fertilizer. Journal of Materials Science and Chemical Engineering. 12(3), 21-30. <https://doi.org/10.4236/msce.2024.123003>
- [37] Alzamel, N.M., Taha, E.M., Bakr, A.A and Loutfy, N.M. (2022). Effect of organic and inorganic fertilizers on soil properties, growth yield, and physiochemical properties of sunflower seeds and oils. Sustainability. 14(19), 12928. <https://doi.org/10.3390/su141912928>
- [38] Gulzar, O., Shoqer, L.M., Bahaa, L.F and Mahmood, Y.M. (2024). Utilization of eggshell-derived calcium carbonate as an eco-friendly fertilizer enhancing growth of *Rosa abientina*, Rosa, and *Fragaria* × ananassa, and soil health. British Journal of Environmental Studies. 4(1), 29-34. <https://doi.org/10.32996/bjes.2024.4.1.4>
- [39] Blackshaw, R.E., Semach, G and Janzen, H.H. (2002). Fertilizer application method affects nitrogen uptake in weeds and wheat. Weed Science, 50(5), 634-641. [https://doi.org/10.1614/0043-1745\(2002\)050\[0634:FAMANU\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1614/0043-1745(2002)050[0634:FAMANU]2.0.CO;2)
- [40] Dao, V.T and Kim, J. (2011). Scaled-up bioconversion of fish waste to liquid fertilizer using a 5 L ribbon-type reactor. Journal of Environmental Management, 92 10, 2441-6. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.05.003>
- [41] de Hita, D., Fuentes, M., Fernández, V., Zamarreño, Á.M., Olaetxea, M and García-Mina, J.M. (2020). Discriminating the short-term action of root and foliar application of humic acids on plant growth: emerging role of jasmonic acid. Frontiers in Plant Science, 11, 493. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00493>
- [42] Dong, C., Zhou, J.M., Fan, X.H., Wang, H.Y., Duan, Z and Tang, C. (2005). Application methods of calcium supplements affect nutrient levels and calcium forms in mature tomato fruits. Journal of Plant Nutrition, 27, 1443 - 1455. <https://doi.org/10.1081/PLN-200025861>
- [43] Benjamin, Y.N., Edith, K.N., Marie-Michel, C.A., Jules, S.K and Kablan, T. (2020). Comparative study of the effects of two types of organic fertilizers (R1 and R4) and a chemical fertilizer (NPK) on some physico-chemical and biochemical parameters of lettuce (*Lactuca sativa* L.). Journal of Food Science and Nutrition Research, 3(3), 181-194. <https://doi.org/10.26502/jfsnr.2642-11000048>
- [44] Dabiré, C., Sérémé, A., Parkouda, C., Somda, M.K and Traoré, A.S. (2016). Influence of organic and mineral fertilizers on chemical and biochemical compounds content in tomato (*Solanum lycopersicum*) var. Mongal F1. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences, 4, 631-636. [https://doi.org/10.18006/2016.4\(Issue6\).631.636](https://doi.org/10.18006/2016.4(Issue6).631.636)
- [45] Sharma, A. (2017). A Review on the effect of organic and chemical fertilizers on plants. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 677-680. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2017.2103>
- [46] Ebel, R and Kissmann, S. (2019). Fermented leaf fertilizers-principles and preparation. Organic Farming, 5(1), 14-22. <https://doi.org/10.12924/of2019.05010014>
- [47] Kannan, S.V. (2010). Foliar Fertilization for Sustainable Crop Production. Genetic Engineering, Biofertilisation, Soil Quality and Organic Farming, 371-402. https://doi.org/10.1007/978-90-481-8741-6_13
- [48] Gayathri, K and Krishnaveni, K. (2015). Effect of organic manures and inorganic fertilizers on certain quality parameters of okra [*Abelmoschus esculentus* (L). Moench] cv. Arka Anamika. Advance Research Journal of Crop improvement, 6, 116-118. <https://doi.org/10.15740/HAS/ARJCI/6.2/116-118>
- [49] Nithiya, T. (2015). Effect of organic and inorganic fertilizer on growth, phenolic compounds and antioxidant activity of *Solanum nigrum* L. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 4(5), 808-822.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Farklı Sterilizasyon Yöntemleri Kullanılarak Fiğ (*Vicia sativa* L.) ve Bakla (*Vicia faba* L.)’da Bakteri (*Rhizobium* spp) İzolasyon Çalışması

Mehmet ÖTEN^{1*} , Zeynep DURAN¹ , Ferzat TURAN¹ 

¹Tarla Bitkileri, Ziraat Fakültesi/ Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Türkiye.

ÖZ

Baklagiller beslenmenin yanı sıra tarımsal alanlarda da önemli bir bitki grubudur. Ekim nöbeti uygulamalarıyla beraber toprağa azotça zengin organik gübre kazandırmaktadırlar. Azot bağlama görevini baklagil bitkilerin köklerinde bulunan nodüllerde oluşan *Rhizobium* bakterileri gerçekleştirmektedir. *Rhizobium* bakterilerinin izolasyonu ve çoğaltımı üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu araştırmada fiğ ve bakla bitkisinden *Rhizobium* bakterilerinin izolasyonu aşamasında hidrojen peroksit (H₂O₂) ve sodyum hipoklorit (NaClO)’in farklı dozları ve süreleri uygulanarak, nodül sterilizasyonu üzerine olan etkisi incelenmiştir. Çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmada fiğ ve bakla bitkisinden alınan nodüller, %50’lik H₂O₂ çözeltisinde 10, 15 ve 20 dakika sürelerde bekletme işlemi sterilizasyon açısından her iki bitkide de başarılı sonuç vermiştir. Diğer çalışma konusu olan NaClO uygulamasının; %40, %50 ve %60’lık çözeltilerinde 10, 15 ve 20 dakika muamele işlemi fiğ bitkisi için başarılı sonuç verirken, bakla bitkisi için yeterince sterilizasyon sağlayamamıştır. Uygulamalardan yeterli sterilizasyon sağlanan ve herhangi bir kontaminasyon görülmeyen nodüller seçilip kültür ortamına alınmıştır. *Rhizobium* bakterilerinin çoğaltım aşamasında Nutrient Broth besi yeri kullanılmıştır. Petri kaplarında hazırlanan besi yeri ortamlarına uygun prosedürlerde bakteri ekim işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu ortamın bakteri çoğaltımı üzerindeki başarısı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İzolasyon, Kontaminasyon, Nodül, *Rhizobium* bakterisi

* Sorumlu Yazarın e-postası: mehmetoten@subu.edu.tr

Cite as: Öten, M, Duran, Z. & Turan, F. (2025). Farklı Sterilizasyon Yöntemleri Kullanılarak Fiğ (*Vicia sativa* L.) ve Bakla (*Vicia faba* L.)’da Bakteri (*Rhizobium* spp) İzolasyon Çalışması, *Journal of Agricultural Biotechnology*, 6(1), 14-22. <https://doi.org/10.58728/joinabt.1620849>

Bacteria (*Rhizobium* spp) Isolation Study Using Different Sterilization Methods in Vetch (*Vicia sativa* L.) and Faba Bean (*Vicia faba* L.)

ABSTRACT

Leguminous plants are not only important for nutrition but also for agricultural fields. Through crop rotation practices, they contribute nitrogen-rich organic fertilizer to the soil. The nitrogen fixation process is carried out by *Rhizobium* bacteria located in the nodules of leguminous plants. Various studies have been conducted on the isolation and multiplication of *Rhizobium* bacteria. In this study, the effects of different doses and durations of hydrogen peroxide (H₂O₂) and sodium hypochlorite (NaClO) on nodule sterilization were investigated during the isolation of *Rhizobium* bacteria from vetch and faba bean. The study was carried out in the laboratories of the Faculty of Agriculture, Sakarya University of Applied Sciences. In the study, nodules obtained vetch and faba bean were treated with 50% H₂O₂ solution for 10, 15, and 20 minutes, which resulted in successful sterilization for both plants. In the case of NaClO treatments, 40%, 50%, and 60% solutions with 10, 15, and 20 minute exposure times yielded successful results for vetch, while faba bean did not achieve sufficient sterilization. Nodules that showed no contamination and sufficient sterilization were selected and transferred to the culture medium. Nutrient Broth was used for the multiplication of *Rhizobium* bacteria. Bacterial inoculation was carried out in petri dishes with the prepared culture medium, and the success of bacterial multiplication on this medium was observed.

Keywords: Isolation, Contamination, Nodule, *Rhizobium* bacterium

1. Giriş

Baklagiller, Dünya florasında 650 cins ve 16000 tür ile temsil edilen, tarım alanında ekonomik değere sahip, oldukça önemli bir familyadır. İnsan yiyeceği ve hayvan yemi olarak kullanılmaktadır [1]. Organik maddece fakir topraklarda, baklagil bitkileri ile yeşil gübre uygulaması, toprağın organik maddece zenginleşmesini sağlamaktadır [2]. Kök saplı ve sülüklü baklagiller erozyon kontrolü açısından etkilidir. Baklagil yem bitkileri, buğdaygillerle beraber yetiştirildiği zaman ot verimi ve protein oranında artış görülmektedir. Dünya genelinde insan beslenmesindeki bitkisel proteinlerin %22’si, karbonhidratların da %7’si yemeklik tane baklagillerden sağlanmaktadır [3]. Baklagillerin önemli özelliklerinden bir diğeri de toprakta bulunan *Rhizobium* bakterileri ile kurdukları ortak yaşam sonucu atmosferdeki %78 oranındaki moleküler azotu toprağa bağlamalarıdır. Bazı bakteriler, mavi-yeşil algler ve mantarlar dışında hiçbir canlı, azotu doğrudan kullanma yeteneğine sahip değildir. Atmosferde bol miktarda bulunan bu moleküler azotun amonyum formlarına indirgenerek, yararlı hale geçmesine azot fiksasyonu denir [4]. Azot fiksasyonu sonucu yılda 175 milyon ton azot tespit edilmekte ve bunun da yaklaşık yarısı *Rhizobium* spp. bakterilerinin baklagillerle olan simbiyotik ilişkisi sonucu sağlanmaktadır. Gerek dünya protein ihtiyacının artması, gerekse mineral azotlu gübrelerin üretimi ve kullanımı sırasında ortaya çıkan çevre sorunları nedeniyle *Rhizobium* spp. bakterileri tarafından gerçekleştirilen simbiyotik azot fiksasyonunun önemi gün geçtikçe artmaktadır [5]. Canlıların bu kaynaktan yararlanabilmeleri için azot molekülleri arasındaki üçlü bağın ikili bağa indirgenmesi ve azotun hidrojen ve oksijenle birleşmesi gerekir. *Rhizobium* spp. bakterileri konak seçici olup, baklagiller (*Leguminosae*) familyasındaki bitkilerle birlikte bulunur ve bu bitkilerin köklerinde nodüller oluşturarak azot fiksasyonunu gerçekleştirirler [4]. *Rhizobium* bakterileri baklagillere özel olmakla birlikte her baklagil bitkisine de özel *Rhizobium* bakterisi bulunmaktadır. Nodüllerde azot bağlayıcı olarak; *Rhizobium* sp., *Bradyrhizobium* sp. ve *Azorhizobium* sp. cinslerinin olduğu tespit edilmiştir. En iyi bilinenler ise bezelye, fasulye, soya fasulyesi, yonca gibi baklagil bitkilerinin kök nodüllerinde oluşan *Rhizobium* sp. bakterileridir. Belirli *Rhizobium* türleri arasında aşılama yapılmaktadır [6]. Bu aşılama ile belirli baklagil bitkilerini enfekte etmekte ve nodül oluşumuna yardımcı olmaktadır. Nodül oluşumu, bitki kökleri tarafından salgılanan flavonoid sentezi ile başlayarak, bitki ve bakteri arasında gerçekleşen bir ilişkidir. Bu sayede baklagiller, hem kendi ihtiyacı olan azotu karşılamakta hem de kendinden sonra ekilecek bitkiye azot bakımından zengin bir toprak bırakmaktadır [7]. Her baklagil yem bitkisi için özel bakteri grubu olduğu gibi, her grup içerisinde de azot tespit etme yönünden etkili veya etkisiz suşlar bulunmaktadır. Etkili suşların yumrucuk meydana getirmelerine karşılık, azot tespit etme güçleri çok

düşüktür [8]. Bu nedenle, çeşitli bitkiler için etkili suşların bulunup üretilmesi gereklidir. Bu amaçla çalışmada materyal olarak seçilen baklagil türlerinden adi fiğ; çok geniş bir adaptasyon yeteneğine sahip olması, tane ve yeşil otunda protein oranının yüksek olması, kısa sürede gelişmesi, ekim nöbetinde arzu edilen bir bitki olması, toprağa azot fikse etmesi, yeşil gübre olarak kullanılması, topraktaki organik madde miktarını arttırması gibi nedenlerle ülkemizde en fazla ekim alanına sahip yem bitkilerinden birisidir [9]. Fiğ, dünyada ve ülkemizde hayvanlara kaba ve kesif yem sağlamak, toprağın verim gücünü arttırmak için yetiştirilen, yeşil ve kuru otu lezzetli ve besleyici, taneleri yalnız olarak veya arpa ile beraber verildiğinde hayvanlar için zengin bir kesif yem kaynağı olan, samanının besleme değeri diğer samanlardan daha yüksektir [10]. Diğer bitki olan bakla hem insan hem de hayvan beslenmesinde önemli bir protein kaynağı ve dünyanın birçok yerinde ekim nöbetinin göz ardı edilmeyen bir bitkidir [11].

Söz konusu bitkilerden bakteri suşlarının üretim sürecinde bilinmesi gereken bir diğer konu ise bakteri izolasyonu öncesi nodül sterilizasyonu ve bakterilerin çoğaltılacağı uygun ortamların belirlenmesidir. Ögütçü [12] çalışmasında *Rhizobium* bakterilerine özel besi yeri olarak, içerisinde karbon kaynağı olarak mannitol, organik azot kaynağı olarak ise Yeast Mannitol Agar (YMA) kullanmış ve elde ettiği sonuçlar ışığında bakterilerinin topraktan izolasyonunun zor olduğunu ancak kök nodüllerinin izolasyonu kolayca yapılabileceğini, *Rhizobium* bakterileri Kongo kırmızılı YMA’ya ekilip, ışısız alanda inkübe edildiğinde boyayı absorbe ettiğini ve beyaz-opak pembemsi koloniler oluşturduğunu, ayrıca *Rhizobium* bakterileri yeni yapılmış Brom Timol Mavili YMA’da besi yerinin yeşil rengini hızlı üreyenlerin sarıya, yavaş üreyenlerin ise maviye dönüştürdüğünü bildirmiştir.

Somasegaran ve Hoben [13], fasulye bitkisinin kök nodüllerini topladıktan sonra ilk olarak %5’lik sodyum hipoklorit içinde iki dakika tutarak, yüzey sterilizasyonu yapmışlardır. Bu işlemler laminar hava akışlı kabin içerisinde gerçekleşmiştir. Nodüldeki bakteri izolasyonu için ise her bir nodül içerisinde steril 1 ml distile su bulunan tüplere konulmuş, burada 10 dakika bekletilmek suretiyle nodüllerin yumuşaması sağlanmıştır. Nodüller daha sonra steril bir tüp içerisinde parçalanıp, bakterilerin sıvıya bulaşması sağlanmıştır. Daha sonra bakterilerin çoğaltılması amacıyla özel hazırlandıkları YMA (Mannitol 10 g, K₂HPO₄ 0.5 g, MgSO₄·7H₂O 0.2 g, NaCl 0.1 g, Yeast ekstrakt 0.8 g 15 g l⁻¹ (distile su) ortamı üzerine bakteri bulaştırdıkları sıvıdan 0.5 ml alınarak eşit bir şekilde yaymışlar ve 28°C sıcaklıkta 7 gün boyunca inkübasyona bırakmışlardır. Oluşan *Rhizobium* bakterileri tüplere doldurulmuş, aynı ortam üzerine ekimi yapılmıştır. Daha sonra tekrar aynı ortam, petri kaplarına alınmıştır. Bakteri çoğaltımı gerçekleşmiştir. Her 6 ayda bir yenilenip +4°C’de muhafaza edilmiştir.

Christiansen ve Graham [14]’in yaptıkları çalışmada, besin solüsyonuna farklı düzeylerde eklenen fosforun fasulyede azot fiksasyonu ve nodülasyon parametrelerine olan etkileri incelenmiştir. 1 mg kg⁻¹, 4 mg kg⁻¹ ve 16 mg kg⁻¹ düzeylerinde besin solüsyonuna eklenen fosfor ile nodül kuru ağırlığı sırasıyla 70, 212 ve 354 mg bitki⁻¹ olarak alınırken, bitkideki toplam azot sırasıyla 45, 108 ve 126 mg bitki⁻¹ olarak bulunmuştur.

Yavaş ve Ünay [1] tarafından yapılan çalışmada, iklim değişikliğinin kök nodül oluşumu ve Biyolojik Azot Fiksasyonu (BNF) üzerindeki etkileri araştırılmış, baklagiller ve bakteriler arasındaki simbiyotik ilişkinin artan CO₂ koşulları altında nodül gelişimini hızlandırdığı ve BNF’yi artırdığı belirtilmiştir. Ancak, iklim senaryolarına göre 2-4°C’lik sıcaklık artışı ve beraberindeki kuraklığın, kök tüyü enfeksiyonunu, nodül sayısını, nodül büyüklüğünü, nodül gelişimini ve aktivitesini azaltarak BNF’yi olumsuz etkileyeceği, ayrıca tuzluluğun nodül solunumunu ve leghemoglobin içeriğini azaltacağı vurgulanmıştır.

Türkoğlu [15], *Rhizobium* cinsi bakterilerinin geliştirilmesinde Yeast Ekstrakt Mannitol (YEM) sıvı besiyeri, Poli-β-hidroksibütirat (PHB) üretim miktarlarının incelenmesinde melas besi ortamı kullanılmıştır. YEM besi yeri içerisindeki maddeler 1 litre distile suda çözündürülmüştür. 0.01N HCL ve 0.01N NaOH kullanılarak, besi yerinin pH değeri 7’ye ayarlanıp, 121°C de 15 dakika sterilize edilmiştir. Melas ise saf su ile %0.5, %0.1 ve %1.5’lik konsantrasyonlara ayarlanarak, 121°C’de 15 dakika sterilize edilmiştir. İzole edilen *Rhizobium phaseoli* suşları besi yerinde yuvarlak, kenarları

düzgün ve berrak koloniler oluşturmuştur. Suşların hepsi YEM besisi yerinde mukoz oluşturmuştur. Suşların hareket kabiliyetlerinin başarılı olduğu gözlemlenmiştir. Suşların tümü 36 saat ve 120 saat sonra üreme gösterip asit oluşturmuşlardır.

Öğütçü ve ark. [16], yabani fiğden (*Vicia cracca*) izole ettikleri *Rhizobium* suşlarını düşük ve normal düzeyde sıcaklıklarda fiğ (*Vicia sativa* L. cv. Karaelçi) bitkilerinde nodül oluşturma ve azot bağlama potansiyellerini araştırılmışlar ve düşük sıcaklıkta büyütülen bitkilerde kuru biyomas, nodül kitlesi, azot içeriklerinin genel olarak azaldığını ancak bazı suşların ise düşük sıcaklıkta etkili olduklarını tespit etmişler ve bu suşların uygun bölgelerde kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

Öğütçü [12], yapmış olduğu araştırmada, nodüllerden *Rhizobium* bakterilerinin izolasyonunu incelenmiştir. Steril edilen nodüller 1 ml steril saf su içeren havanda ezilerek bakteri dışarı çıkartılmış ve YMA plaklarına çizgi ekimi yapılmıştır. Petriler 28+1°C’de 3-5 gün arası inkübasyona bırakılmıştır. Oluşan bakteriler YMA besisi ortamı olan tüplere aktarılmıştır. Nohuttan 32, fiğden 97 adet izolat elde edilmiştir.

Somasegaran ve Hoben [13], *Rhizobium leguminosarum* ssp. Ciceri bakterisi için yüzey sterilizasyonu yapmıştır. Çalışmada tohumlar %80’lik etil alkolle 10 saniye muamele edilmiş ve alkolün uçması için beklendikten sonra %3’lük hidrojen peroksit çözeltisi içerisinde 5 dakika bekletilmiştir. Bu süre sonunda tohumlar steril saf su ile yıkanıp, steril petrilere aktarılmıştır. 25°C’de etüvde çimlendirilmiştir. Çimlenen tohumlar içerisine %15’lik şeker çözeltisi bulunan inoculum ile muamele edilerek, kültürün tohumlara iyice bulaşması sağlanmıştır.

Ali [16], yapmış olduğu çalışmada 2 adet *Rhizobium japonicum* ve bir adet *Bradyrhizobium japonicum* ile 2 adet *Rhizobium* sp. suşunun PHB üretimlerini tespit etmiştir. Çalışmada kullanılan bakterilerin PHB verimlerinin (hücre kuru ağırlığına göre) %2.2-51.1 arasında olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada baklagil yem bitkilerinden fiğ ve baklanın; nodüllerinden *Rhizobium* bakteri izolasyonu aşamasında, farklı sterilizasyon yöntemlerinin söz konusu türlere ait *Rhizobium* bakterilerinin izolasyon ve çoğaltım başarısı üzerine etkileri incelenmiştir.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Ziraat Fakültesi Doku Kültürü Laboratuvarında steril kabin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada; Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğünden temin edilen Eresen-87 bakla çeşidi ile Alfa Tohum Firmasından temin edilen Nilüfer fiğ çeşidi kullanılmıştır. Fiğ ve bakla tohumları sterilize edilmiş kum, torf ve toprak karışımı (sırasıyla 1/4, 1/4, 2/4) ile hazırlanmış saksılara ekilerek %50 çiçeklenme dönemine kadar beklenmiş ve %50 çiçeklenme döneminden saksılardan bitkiler sökülerek, nodduller elde edilmiştir. Çalışmada ayrıca sterilizasyon malzemesi olarak, hidrojen peroksit (H₂O₂) ve sodyum hipoklorit (NaClO), besisi yeri olarak da Murashige & Skoog (MS) ve Nutrient Broth (NB) kullanılmıştır.

2.1. Nodüllerin Sterilizasyonu

Öncelikle %50 çiçeklenme döneminde hasat edilen bakla ve fiğ bitkisinin köklerinde oluşan nodüller topraklarından arındırmak için yıkama işlemine tabi tutulmuştur. Yarım saatte bir suyu değiştirilerek suda bekletilip temizlenmiştir. Bu işlem 4 kez uygulanmıştır. Daha sonra nodüller bisturi yardımı ile köklerden ayrılmıştır [12].

Nodüllerin en uygun sterilizasyon optimizasyonunu belirlemek için sterilizasyon aşamasında hidrojen peroksit (H₂O₂) ve sodyum hipoklorit (NaClO) kullanılmıştır. Sterilizasyon aşamasında hidrojen peroksit (H₂O₂) %50’lik çözelti oranında 3 farklı çalkalama (10, 15 ve 20 dk.) sürelerinde ve sodyum hipoklorit (NaClO) ise 3 farklı farklı çözelti oranlarında (%40-50-60) ve sabit 15 dk. çalkalama süresinde uygulanmıştır. Nodüller, hazırlanan konsantrasyonlarda belirtilen doz ve sürelerde muamele edildikten sonra 3 kez ve 5’er dakika steril saf su ile durulanmıştır (Tablo 1). Sterilizasyona tabi tutulan nodüller MS ortamına kültüre alınmıştır [15].

Tablo 1. H₂O₂ ve NaClO uygulama prosedürü

Sterilizasyon kimyasalı	Çeşme suyunda bekletme	Çalkalama süresi	Çözelti oranları
H ₂ O ₂ (Hidrojen peroksit)	1 saat	10 dk	%50
	1 saat	15 dk.	%50
	1 saat	20 dk.	%50
NaClO (Sodyum hipoklorit)	1 saat	10 dk	%40
	1 saat	15 dk.	%50
	1 saat	20 dk.	%60

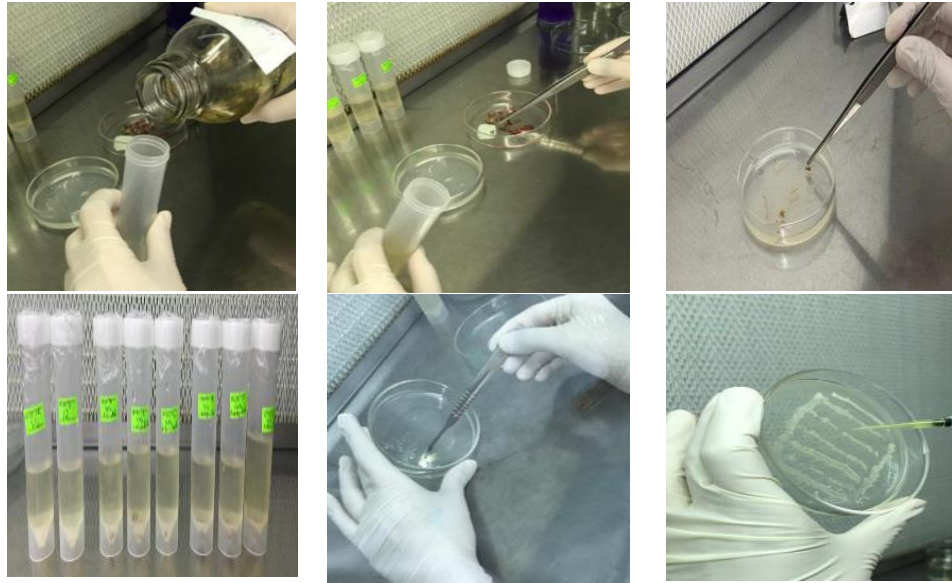
Daha sonra kültür ortamında kontaminasyon göstermeyen nodüller, MS ortamından alınarak steril petri üzerinde bisturi yardımı ile ezilip, küçük parçalar haline getirilmiştir [16].

2.2. *Rhizobium* bakterilerinin çoğaltımı

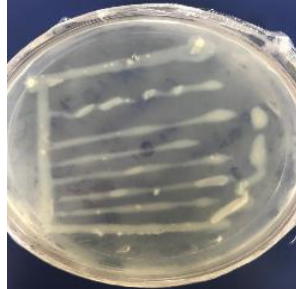
Rhizobium bakterileri için uygun bakteri besi ortamı 6 g l⁻¹ Nutrient Broth (NB) kullanılarak hazırlanmış ve ortamlar steril kabin içinde steril falkon tüplerine eşit miktarda dağıtılmıştır. Daha sonra ezilmiş nodüller, sıvı Nutrient Broth ortamında bakterinin çoğalması için 23-25°C sıcaklıkta kültüre alınmıştır. Besi yerinde 16-18 saat içinde çoğalan bakteriler steril ortamda öze yardımı ile daha önceden hazırlanmış 6 g l⁻¹ Nutrient Broth Agar içeren petrilere tek klon elde etmek için çizimler yaparak kültüre alınmıştır [15].

3. Bulgular ve Tartışma

Bakterilerin devamlılığını gözlemlmek ve tek klon elde etmek için yeniden sıvı besi ortamına alınan bakteriler, 16-18 saat falkon tüpte bekletildikten sonra petrilere bulunan katı besi ortamlarına bulaştırılmıştır (Şekil 1). Bu işlem sonucunda kolonilerde tekrardan çoğalma gözlemlenmiştir [12].



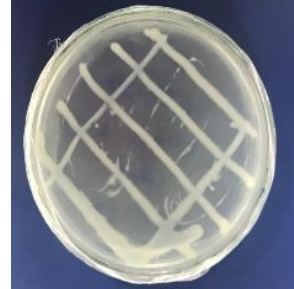
Rhizobium bakterisi ekim aşamalarına ait görseller



%40'lık NaClO' da üreyen fiğ bitkisine ait *Rhizobium* bakterisi



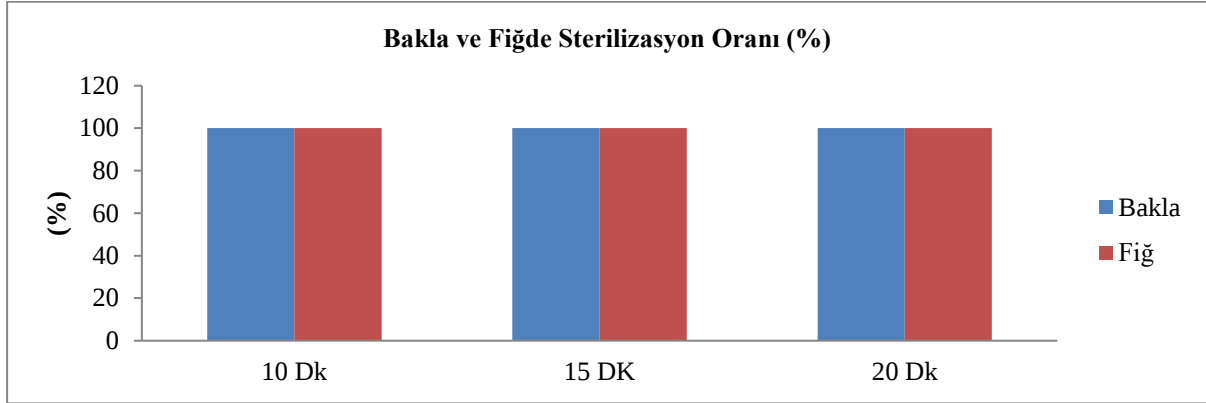
%60'lık NaClO' da üreyen fiğ bitkisine ait *Rhizobium* bakterisi



%50'lik H₂O₂'de bulunan bakla bitkisi *Rhizobium* bakterisi

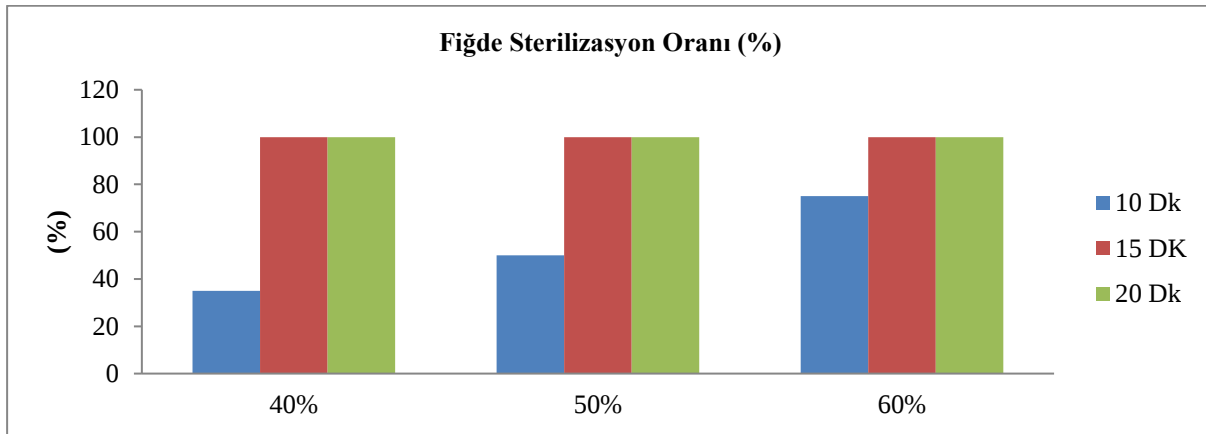
Şekil 1. Çalışmanın farklı aşamalarına ait görseller.

Elde edilen verilere göre nodül sterilizasyonunda %50 lik hidrojen peroksit ile 10-15-20 dk. aralıklarla çalkalanıp ve daha sonra MS ortamına kültüre alınan hem fiğ hem de bakla bitkilerinin nodüllerinde kontaminasyon görülmemiştir (Şekil 2).



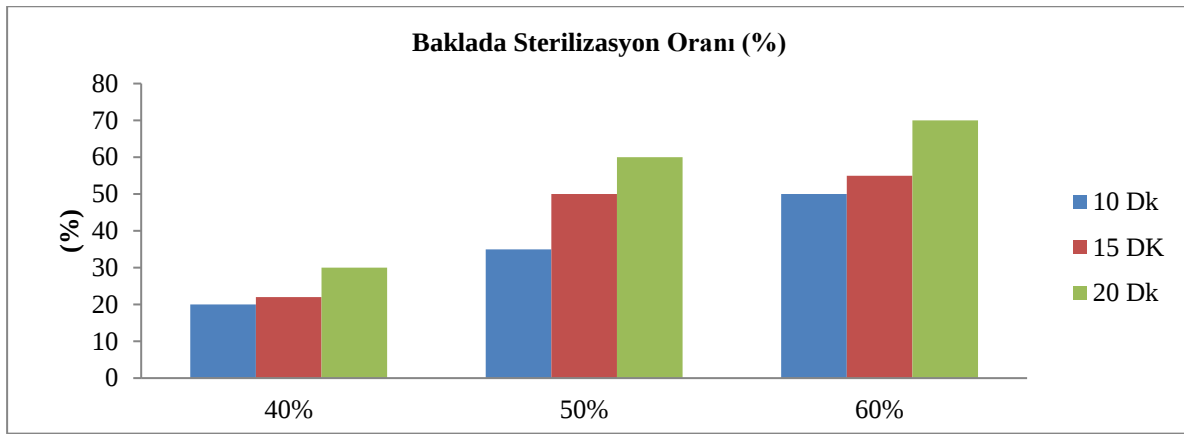
Şekil 2. Bakla ve Fiğ nodüllerinin farklı uygulama sürelerine göre hidrojen peroksit ile sterilizasyon oranları.

Diğer taraftan sodyum hipoklorit ile farklı oranlar (%40-%50-%60) ve farklı sürelerde (10, 15, 20 dk.) sterilizasyona tabi tutulan fiğ bitkisinin nodülleri, 10 dk.’lık sürede %40-%50-%60 sodyum hipoklorit oranlarında sırasıyla %65, %50 ve %25 oranda kontaminasyon gösterirken, diğer (15, 20 dk.) süreler ve konsantrasyonlarda herhangi bir kontaminasyona rastlanmamıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Fiğ nodüllerinin farklı sodyum hipoklorit konsantrasyonları ve uygulama sürelerine göre sterilizasyon oranları.

Bakla bitkisi nodüllerinden elde edilen sterilizasyon sonuçlarına göre sodyum hipokloritin tüm oranları (%40-%50-%60) ve sürelerinde (10, 15, 20 dk.) izole edilmiş nodüller üzerinde %30 ile %80 oranında kontaminasyon görülmüştür. Bu sonuçlara göre %40’lık sodyum hipoklorit 10, 15 ve 20 dk. sterilizasyon sürelerinde sırasıyla %80, %78 ve %70 oranında kontaminasyon gözlemlenmiştir (Şekil 4). %50’lik sodyum hipoklorit uygulamasının 10 dk.’lık süresinde %65, 15 dk.’lık süresinde %50 ve 20 dk.’lık süresinde ise %40 kontaminasyon gerçekleşmiştir. %60’lık sodyum hipoklorit uygulamasında 10 dk.’lık sürede %50, 15 dk.’lık süresinde %45 ve 20 dk.’lık süresinde ise %30 kontaminasyon gerçekleşmiştir (Şekil 4).



Şekil 4. Bakla nodüllerinin farklı sodyum hipoklorit konsantrasyonları ve uygulama sürelerine göre sterilizasyon oranları.

Bakla bitkisi nodüllerinde sterilizasyon amacıyla uygulanan sodyum hipokloritin doz ve uygulama süreleri arttıkça kontaminasyon oranının düştüğü, ancak tam sterilize nodül eldesi sağlanmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre uygulanan sterilizasyon materyalinin etkisi nodülün elde edildiği bitki türüne göre farklılık göstermektedir. Bu sebeple *Rhizobium* bakterilerinin izolasyonu aşamasında minimum kontaminasyonu sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılan sodyum hipokloritin izolasyon yapılacak bitki türüne göre doz ve sürelerinin belirlenmesi önem arz etmektedir. Yousef ve Hussein [18] tarafından yapılan çalışmada, bakla (*Vicia faba* L.) tohumlarının yüzey sterilizasyonunda %3 H₂O₂ kullanılmış ve başarılı nodülasyon ile etkili *Rhizobium* kolonizasyonu elde edilmiştir. Bu durum, H₂O₂'nin uygun konsantrasyonlarda kullanıldığında bitki dokularına zarar vermeden mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında etkili olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, Mahdhi et al. [20] çalışmasında *Vicia sativa* kök nodüllerinden izole edilen bakterilerin yüzey sterilizasyonu sonrasında analiz edilmesiyle yüksek kaliteli *Rhizobium* izolatları elde edilmiştir. Burada da etkili sterilizasyonun doğru izolasyon için kritik olduğu vurgulanmıştır. Shalaby et al. [21] tarafından *Vicia sativa* ve *Vicia cinerea* bitkilerinden *Rhizobium* izolasyonu yapılan bir çalışmada, sterilizasyon sonrası elde edilen izolatlar genetik ve fenotipik olarak karakterize edilmiş ve sterilizasyon adımının izolasyon sürecindeki önemi vurgulanmıştır.

Sterilizasyon için kullanılan sodyum hipokloritin fığde olumlu sonuç vermesinin yanı sıra bakla bitkisinde göstermiş olduğu bu hassasiyet çalışmanın yapılacağı bitki türüne göre sterilizasyon materyal ve yöntemi seçmek gerekliliğini göstermektedir.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada bitkisel materyal olarak hayvan besleme açısından önemli baklagil yem bitkilerinden fığ (*Vicia sativa* L.) ve bakla (*Vicia faba* L.) bitkileri kullanılmıştır. Köklerden nodül izolasyonu ve çeşitli sterilizasyon yöntemleri her iki bitki üzerinde incelenmiştir. Bu doğrultuda sterilizasyon için sodyum hipoklorit (NaClO) ve hidrojen peroksit (H₂O₂) kullanılmıştır. Elde edilen verilere göre her iki bitkinin yanıtı, kullanılan farklı kimyasalların oranlarına ve farklı sterilizasyon sürelerine göre değişik olmuştur. Sonuç olarak, %50'lik H₂O₂'nin her iki bitki üzerinde daha etkili bir sterilizasyon yöntemi olduğu öne çıkmıştır. Bu bulgular, tarım ve biyoteknoloji alanlarında *Rhizobium* bakterilerinin izolasyonu ve kullanımı için uygun sterilizasyon yöntemlerinin seçilmesinde yol gösterici olacaktır.

5. Beyanname

5.1. Rakip Çıkarlar

"Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur"

5.2. Yazarların Katkıları

Sorumlu Yazar Mehmet ÖTEN: Hipotezin oluşturulması, sonuçlara ulaşmak için gereç ve yöntemlerin planlanması, deneylerin yapılması, verilerin düzenlenmesi ve bildirilmesi için sorumluluk almak, bulguların mantıklı açıklanması ve sunumu için sorumluluk almak, araştırma sırasında literatür taraması ile ilgili sorumluluk almak, yazının tümü veya asıl bölümün oluşturulması için sorumluluk almak, makaleyi teslim etmeden önce sadece imla ve dil bilgisi açısından değil aynı zamanda entelektüel içerik açısından yeniden çalışma yapmak.

Yazar Zeynep DURAN: Deneylerin yapılması, verilerin düzenlenmesi ve bildirilmesi için sorumluluk almak, bulguların mantıklı açıklanması ve sunumu için sorumluluk almak, araştırma sırasında literatür taraması ile ilgili sorumluluk almak, yazının tümü veya asıl bölümün oluşturulması için sorumluluk almak.

Yazar Ferzat TURAN: Deneylerin yapılması, verilerin düzenlenmesi ve bildirilmesi için sorumluluk almak, bulguların mantıklı açıklanması.

5.3. Etik Kurul Onayı

Etik kurul izni gerektiren bir çalışma değildir.

5.4. Teşekkür

“Bu araştırma için, yazarlar dışında katkı yapan kişi veya kurum bulunmamaktadır”

6. Kaynakça

- [1] Yavaş İ., Ünay A. (2018). Baklagillerde Kök, Nodül Oluşumu ve Azot Fiksasyonu Üzerine Bazı Küresel İklim Değişikliği Parametrelerinin Etkisi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi* (UTYHBD), 4(2), 270 – 278.
- [2] Avcıoğlu, R., Hatipoğlu, R., Karadağ, Y. (2009). Baklagil Yem Bitkileri, Cilt II. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, İzmir.
- [3] Wery, J. and P. Grinac. (1983). Uses of Legumes and their economic importance. In Technical Handbook on Symbiotik Nitrogen Fixation. FAO, Rome, Italy.
- [4] Fritsche, W. 1990. Mikrobiologie. Gustav Fischer Verlag. Jena
- [5] İşler, E., 2009. *Farklı aşılama yöntemleri ile bakteri (Bradyrhizobium japonicum) aşılmasının azot fiksasyonuna ve tane verimine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 53 s.
- [6] Uyanık, M., Rezaeieh, K. A. P., Delen, Y., Gürbüz, B., (2011). Baklagillerde Bakteri Aşılması ve Azot Fiksasyonu, *Ziraat Mühendisliği Dergisi*, 357, 8-12.
- [7] Sarıoğlu, G., S. Özçelik, S. Kaymaz, 1993. Selection of effective nodosity bacteria (*Rhizobium leguminosarum* biovar.viciae) from lentil grown in Elazığ. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 17: 569-573.
- [8] Gök, M., Onaç, I., 1995. Değişik *Bradyrhizobium japonicum* izolatları ile aşılanan farklı soya çeşitlerinde verime, nodülasyona ve N₂ fiksasyonuna etkisi. *İlhan Akalan Toprak ve Çevre Sempozyumu*, Cilt II, 237-246.
- [9] Açıkgöz, E., 2001. Yem Bitkileri (Ders Kitabı). Uludağ Üni. Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Vipaş AŞ.Yayın No: 58, 584 s, Bursa.
- [10] Albayrak, S. 2002. Karadeniz Bölgesinde Fiğ Tarımı. *Türk-KOOP. Ekin Dergisi*. 6:21, s 40-43.
- [11] Mwanamwenge, J. and Loss, S.P., Siddique, K. H. M., Cocks, P. S. 1998. Growth, seed yield and water use of faba bean (*Vicia faba* L.) in a short-season Mediterranean-type environment. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 38(2), 171-180.
- [12] Ögütçü, H. 2000. *Yabani baklagil bitkilerinden izole edilen rhizobium suşlarının baklagil bitkilerinden nodül oluşturma ve azot bağlama potansiyellerinin araştırılması* (Master's thesis, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [13] Somasegaran, P. and Hoben, H.J. 1994. Handbook for Rhizobia: Methods in Legumes-Rhizobium Technology. Springer-Verlag, New York, Inc., 450. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-8375-8>
- [14] Christiansen, I. and Graham, P.H. 2002. Variation in dinitrogen fixation among andean bean (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes grown at low and high levels of phosphorus supply. *Field crop res.* 73, 133–142.
- [15] Türkoğlu, Z. 2009. *Bazı Rhizobium bakterilerinin melas besiyortamında poly-β-hidroksibütirat PHB üretimlerinin incelenmesi*, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı (M.S. thesis)

- [16] Ögütçü, H., Algur, Ö. F., Güllüce, M., Adıgüzel, A. 2010. Mikrobiyal gübre olarak kullanılan ve yabancı bitkilerden izole edilen Rhizobium suşlarının farklı sıcaklık şartlarında azot bağlama potansiyellerinin Araştırılması. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3(1), 47-52.
- [17] Ali, E. 2002. *Bazı Rhizobium bakterilerin melası besi ortamında poli-beta-hidroksibütirat PHB üretimi ile protein profil ve plazmid DNA’larının incelenmesi*. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı (M.S. thesis)
- [18] Çetin Karaca, Ü. 2010. Konya yöresinde yetiştirilen kuru fasulyeden izole edilen Rhizobium bakterilerinin etkinliklerinin belirlenmesi Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı (Ph.D. dissertation).
- [19] Naeima, Mh, Yousef, Nemmat, & Hussein. 2017. Impacts of inoculation with rhizobium leguminosarum and arbuscular mycorrhizae and phosphate on vicia faba L . Bangladesh J. Bot. 46(2): 599-605.
- [20] Mahdhi, M., Fterich, A., Rejili, M. et al. 2012. Legume-nodulating bacteria (LNB) from three pasture legumes (Vicia sativa, Trigonella maritima and Hedysarum spinosissimum) in Tunisia. *Ann Microbiol* 62, 61–68.
- [21] Moustafa, E., Shalaby Ismael, A., Khatab and Ahlam, A., Mehesen. 2014. Molecular and phenotypic characterization of symbiotic Rhizobium isolated from some wild Vicia species under Egyptian conditions. *Journal of applied sciences research* 10(1): 53-62.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Farklı Katkı Maddeleri ile Yapılan Koçanlı ve Koçansız Mısır (*Zea mays* L.) Silajının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi*

Mustafa YILMAZ^{1*}, Mehmet ÖTEN¹, Rahime CENGİZ¹, Ferzat TURAN¹, Melike KÖSE¹

¹Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Sakarya, Türkiye.

ÖZ

Bu çalışma; koçanlı ve koçansız mısır silajına ilave edilen farklı katkı maddelerinin silaj kalite özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi arazisinde 2023 yılında yürütülmüştür. Çalışmada, FAO 700 olum grubuna ait Kale silajlık mısır çeşidi kullanılmıştır. Koçanlı ve koçansız bitkilerden ayrı ayrı hazırlanan materyallere katkı maddesi olarak; arpa kırmısı, melâs, peyniraltı suyu ve üre ilave edilerek silaj yapılmıştır. Araştırma, Tesadüf Blokları Deneme Deseni'ne göre üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Doğrudan güneş ışığı almayan kapalı ve kuru bir ortamda, 25±2 °C sıcaklıkta muhafaza koşullarında 60 günlük fermentasyon süresi sonunda açılan silajlarda; kuru madde oranı ve pH değerinden yararlanılarak Flieg puanları hesaplanırken, renk, koku ve strüktür verilerinden yararlanılarak da fiziksel analiz değerlendirmesi DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft)'ye göre ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgulara göre; en düşük kuru madde oranı %32.5 ile koçansız peyniraltı suyu ilave edilen silajlarda, en yüksek değer ise %45.5 ile koçanlı melâs katkı maddeli silajlarda gözlemlenmiştir. pH değeri açısından 3.82 ile koçanlı melâs karışımı en düşük değere sahip olurken, koçansız üre karışımında 5.59 ile en yüksek değer tespit edilmiştir. Fiziksel analiz kriterleri skorlarına göre, koçanlı üre karışım silaj hariç tüm örnekler genel olarak orta ve iyi sınıfta yer almıştır. Buna bağlı olarak; katkı maddelerinden üre uygulaması hariç diğer katkı maddelerinin koçanlı ve koçansız silaj kalitesi üzerinde olumlu etki gösterdiği söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Mısır, Silaj, Katkı Maddesi, Silaj kalitesi.

* Sorumlu Yazarın e-postası: mustafayilmaz@subu.edu.tr

Cite as: Yılmaz, M., Öten, M., Cengiz, R., Turan, F. & Köse, M. (2025). Farklı Katkı Maddeleri ile Yapılan Koçanlı ve Koçansız Mısır (*Zea mays* L.) Silajının Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, *Journal of Agricultural Biotechnology*, 6(1), 23-31. <https://doi.org/10.58728/joinabt.1630046>

*Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 161-2023 nolu proje ile desteklenmiştir.

Determination of Quality Characteristics of Maize (*Zea mays* L.) Silage with Different Additives

ABSTRACT

This study was conducted in 2023 at the Research and Application Field of the Agricultural Sciences and Technologies Education Center of Sakarya University of Applied Sciences, with the aim of determining the effects of different additives on the silage quality characteristics of corn plants harvested with and without cobs. The Kale hybrid maize variety, belonging to the FAO 700 maturity group, was used in the experiment. Silage materials were prepared separately from cobbed and decobbed plants, and the additives used were barley chop, molasses, whey, and urea. The experiment was arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with three replications. After a 60-day fermentation period under closed and dry conditions at 25 ± 2 °C, Flieg scores were calculated based on dry matter content and pH values, while physical quality was assessed using the DLG (Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft) method, taking into account color, odor, and structure parameters. According to the results, the lowest dry matter content (32.5%) was observed in the decobbed silage with whey addition, while the highest value (45.5%) was found in the cobbed silage with molasses. In terms of pH, the lowest value was recorded in the cobbed silage with molasses (3.82), and the highest in the decobbed silage with urea (5.59). Based on physical evaluation scores, all silage samples except the cobbed silage with urea were generally classified as moderate to good. Consequently, it can be stated that, apart from urea, all additives positively influenced the quality characteristics of both cobbed and decobbed silages.

Keywords: Maize, Silage, Additive, Silage quality.

1. Giriş

Mısır (*Zea mays* L.) dünya genelinde hem insan hem de hayvan beslenmesinde geniş kullanım alanına sahip stratejik bir tarım ürünüdür. Özellikle hayvancılık sektöründe, yüksek verim potansiyeli, besin madde içeriği ve kolay silolanabilir özellikleri nedeniyle önemli bir silaj bitkisi olarak kullanılmaktadır [1-3]. Silaj, yem bitkilerinin anaerobik koşullarda fermentasyona bırakılması sonucu elde edilen, hayvanların uzun süreli beslenmesinde kullanılan ve enerji yönünden zengin bir yem formudur [4].

Silaj kalitesi; kuru madde oranı, pH seviyesi, organik asit üretimi ve fiziksel özellikler gibi çeşitli parametrelerle değerlendirilmekte ve bu kalite kriterleri büyük ölçüde fermentasyon süreci tarafından belirlenmektedir. Uygun fermentasyon koşulları, silajın besin değerini korurken, kötü fermentasyon ise besin maddesi kayıplarına, toksik bileşiklerin oluşumuna ve hayvan performansında düşüşe yol açabilmektedir [5,6].

Silajın kalitesi, sadece fermentasyon süreci ile değil, aynı zamanda kullanılan bitki materyali, hasat zamanı, silolama tekniği ve katkı maddelerinin tipi ve miktarıyla da doğrudan ilişkilidir. Katkı maddeleri, silajın mikrobiyal kompozisyonunu düzenleyerek laktik asit fermentasyonunu teşvik etmekte, böylece pH düşüşünü hızlandırmakta ve istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir [7].

Melâs gibi kolay fermente edilebilir karbonhidratlar, laktik asit bakterileri için substrat sağlayarak hızlı bir pH düşüşü ile aerobik stabiliteyi artırabilmektedir. Üre gibi azot kaynakları, protein içeriğini artırsa da yüksek pH ve amonyak üretimi nedeniyle fermentasyon kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir [8-9]. Arpa kırması ise enerji katkısı sağlamakla birlikte lif içeriği nedeniyle fiziki yapının korunmasına destek vermektedir. Peyniraltı suyu, laktik asit bakterileri için potansiyel bir büyüme ortamı sunsa da fazla miktarda kullanımı su aktivitesini artırarak istenmeyen fermentasyonlara yol açabilmektedir.

Literatürde katkı maddelerinin etkilerine ilişkin farklı bulgular yer almaktadır. Kung ve ark., [10] katkı maddelerinin fermentasyonu yönlendirmede etkili olduğunu ve laktik asit bakterilerinin dominansı ile silaj stabilitesinin artırılabilirliğini belirtmiştir. Jiao ve ark. [11], yüksek kuru madde oranına sahip mısır silajlarında bazı katkı maddelerinin daha düşük kuru madde kaybı, daha iyi aerobik stabilite ve gelişmiş fermentasyon profili sağladığını bildirmiştir. Bu durum, katkı türü ile birlikte materyalin kuru madde

içeriğinin de fermantasyon başarısında belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Khatta ve ark., [12] üre ve melâs katkılarının birlikte kullanımında dikkatli olunması gerektiğini, aksi halde amonyak düzeylerinin artarak fermantasyonun olumsuz etkilenebileceğini göstermiştir.

Bu çalışma, koçanlı ve koçansız mısır materyalleri kullanılarak hazırlanan silajlarda dört farklı katkı maddesinin (arpa kırması, melâs, peyniraltı suyu ve üre) silaj kalite özellikleri üzerine etkisini belirlemeyi amaçlamaktadır. Elde edilecek bulgular, silaj katkı stratejilerinin bilimsel temele oturtulması ve daha kaliteli yem üretimi açısından önem taşımaktadır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Deneme Alanı Özellikleri

Araştırma, 2023 yılında Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi deneme tarlalarında yürütülmüştür. Deneme alanı, Sakarya ili, Arifiye ilçesinde yer almakta olup bölge tipik olarak nemli geçiş iklimi özelliklerine sahiptir. Denemenin yürütüldüğü arazinin coğrafi koordinatları 40° 42' Kuzey enlemi ile 30° 21' Doğu boylamı arasında olup, rakımı 36 metredir.

2.1.1. İklim özellikleri

Araştırmanın yürütüldüğü Sakarya iline ait 2023 yılı mısır yetiştirme sezonundaki; ortalama sıcaklık, toplam yağış ve oransal nem değerleri ile bu değerlere ait uzun yıllar ortalamalarına (1991-2023) ilişkin Sakarya Meteoroloji İl Müdürlüğü'nden [13] temin edilen iklim verileri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Araştırma alanının uzun yıllar (UYO) ortalaması iklim verileri

Aylar	Sıcaklık (°C)		Yağış (mm)		Nispi nem (%)	
	2023	UYO	2023	UYO	2023	UYO
Mayıs	16.5	17.9	17.7	59.3	77.0	71.8
Haziran	21.6	22.1	36.4	84.8	77.4	71.1
Temmuz	25.2	24.3	43.6	49.7	67.6	72.1
Ağustos	25.9	24.4	18.6	50.9	74.0	73.9
Eylül	21.9	20.6	9.4	53.0	71.9	74.8
Ortalama	22.2	21.9			73.6	72.7
Toplam			125.7	297.7		

Tablo 1 incelendiğinde, Sakarya ilinde mısır yetiştirme dönemine ait uzun yıllar ortalama sıcaklığının 21.9 °C olduğu, 2023 yılında ise bu değer 22.2 °C'ye yükseldiği görülmektedir. Yetiştirme süreci boyunca toplam yağış miktarı (125.7 mm), geçmiş yılların ortalamasına (297.7 mm) kıyasla oldukça düşük gerçekleşmiş olmasına rağmen, sulama gereksinimi doğmamıştır. Ayrıca, deneme dönemine ait aylarda ölçülen ortalama nispi nem oranı, uzun yıllar ortalamasına göre bir miktar daha yüksek seyretmiştir.

2.1.2. Toprak özellikleri

Ekim öncesi deneme sahasına ait toprağın bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla, 0-20 cm derinliğinden ve 10 farklı noktadan alınan toprak numuneleri paçal yapılarak Sakarya İl Tarım ve Orman Müdürlüğü'nün Toprak Analizi Laboratuvarı'nda analiz edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı sahaya ait toprak analizi verileri Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Araştırma alanının toprak özellikleri

Toprak Özellikleri	Tahlil Değeri	Derecesi
Saturasyon (%)	48.1	Tınlı
pH	7.51	Hafif alkali
Kireç (CaCO ₃ %)	3.98	Kireçli
Toplam Tuz (%)	0.0047	Tuzsuz
Fosfor (P ₂ O ₅ kg/da)	0.0573	Çok az
Potasyum (K ₂ O kg/da)	18.509	Az
Organik Madde (%)	1.452	Az

Deneme alanının toprak yapısı orta tekstürlü tınlı-killi sınıfta olup organik madde içeriği %2.1, pH değeri ise 6.7 olarak ölçülmüştür. Toprak, tarıma elverişli olup drenaj problemi bulunmayan ve silajlık mısır tarımı için uygun bir yapıya sahiptir. Ekim öncesinde temel toprak analizleri yapılmış ve uygun gübreleme programı uygulanmıştır.

2.2. Materyal

2.2.1. Bitki materyali

Çalışmada bitki materyali olarak Sakarya Mısır Araştırma Enstitüsü'nden temin edilen FAO 700 olum grubunda Kale hibrit mısır çeşidi kullanılmıştır.

2.2.2. Katkı maddeleri

Silajlara eklenmek üzere dört farklı katkı maddesi uygulanmıştır. Melâs, Adapazarı Şeker Fabrikası'ndan temin edilmiş, enerji kaynağı olarak kullanılmıştır. Arpa kırması, arpa üreticisi bir çiftçiden yem hammaddesi olarak temin edilerek enerji ve yapı katkısı sağlamıştır. Peyniraltı suyu, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Pamukova Meslek Yüksekokulundan günlük olarak temin edilmiş ve laktik asit bakterisi açısından zenginliğiyle öne çıkmıştır. Üre ise piyasadan temin edilerek azot içeriğiyle ham protein oranını artırma amacıyla kullanılmıştır. Katkı maddeleri sırasıyla melâs %4, arpa kırması %2, peyniraltı suyu %3 ve üre %1 oranında, kıyılmış materyale ağırlık esasına göre homojen olarak karıştırılmıştır.

2.3. Yöntem

Tarla denemesi, tesadüf blokları deneme desenine göre, silaj denemesi ise tesadüf parselleri deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Mısır bitkileri süt çizgisi dikkate alınarak fermentasyon ve sindirilebilirlik açısından en uygun dönemde biçilmiştir [14]. Materyal koçanlı ve koçansız olmak üzere iki gruba ayrılmış ve 1.5-2.0 cm boyutlarında kıyılmıştır. Katkı maddeleri bu iki gruba ayrı ayrı uygulanmıştır. Hazırlanan silaj materyalleri plastik bir örtü üzerinde karıştırılmış, 2 kg olarak alınan toplam yaş numune ağırlıkları üzerinden hiçbir katkı maddesi kullanılmayan kontrol grubu ve 4 farklı katkı maddesi olarak; üre (%1) 20 g kg⁻¹, arpa kırması (%2) 40 g kg⁻¹, peyniraltı suyu (%3) 60 g kg⁻¹ ve melâs (%4) 100 g kg⁻¹ ilâveleri yapılmıştır [15-16]. Katkı maddeleri eklendikten sonra, karışım 20 cm boyutlarındaki plastik kavanozlara konularak sıkıca bastırılmış ve oksijensiz ortam oluşturulacak şekilde kapatılmıştır. Ardından, oda sıcaklığında (22±2 °C) 60 gün boyunca fermentasyona bırakılmıştır. Fermentasyon süresi sonunda silajlar açılarak kalite analizleri gerçekleştirilmiştir. Silajlardan alınan temsili örneklerde; kuru madde oranı 105 °C'de 24 saatlik kurutma ile tayin edilmiştir. pH değeri, %10 silaj çözeltisinden elde edilen süzöntü kullanılarak dijital pH metre ile ölçülmüştür [17]. Fiziksel kalite değerlendirmesi DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) kriterlerine [18] göre yapılmış ve renk, koku, strüktür özellikleri 1-5 arası puanlanarak toplam DLG puanı hesaplanmıştır. Kimyasal kalite değerlendirmesinde ise Flieg puanı, Kılıç [15] tarafından bildirilen "Flieg Puanı = 220 + (2 x % Kuru madde - 15) - 40 x pH" formülüne göre hesaplanmış ve fiziksel analizler Alçiçek ve Özkan [19]'a göre gerçekleştirilmiştir. Silo yeminin; renk,

koku ve strüktür puanlar verilmiş ve bu değerlendirmeye göre, 18-20 puan pekiyi, 14-17 puan iyi, 10-13 puan orta, 5-9 puan düşük ve 0-4 puan ise bozulmuş olarak sınıflandırılmıştır.

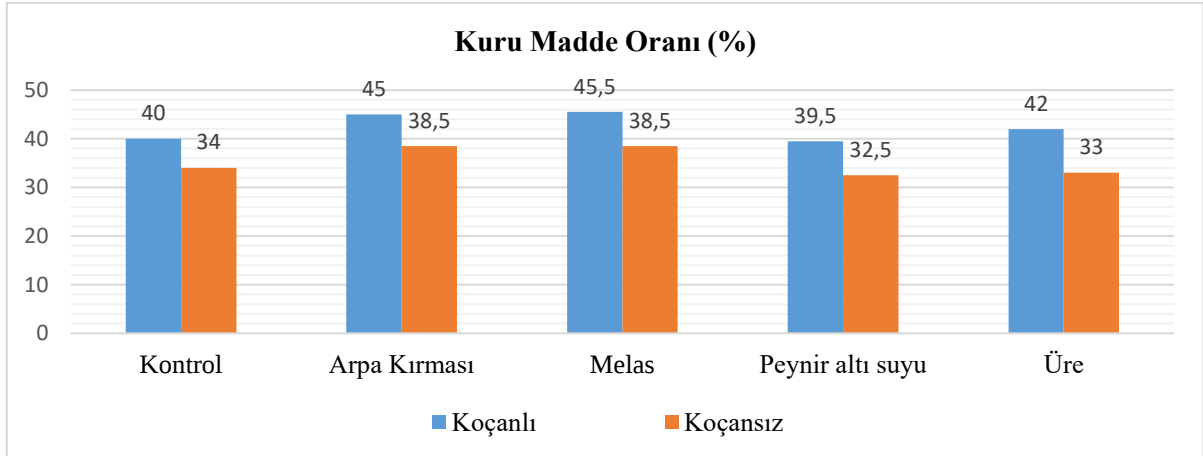
2.4. İstatistiksel Analizler

Elde edilen veriler SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Varyans analizi sonucunda farklılık gösteren gruplar arasında farkın anlamlılığı Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile belirlenmiştir [20].

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Kuru Madde Oranı (%)

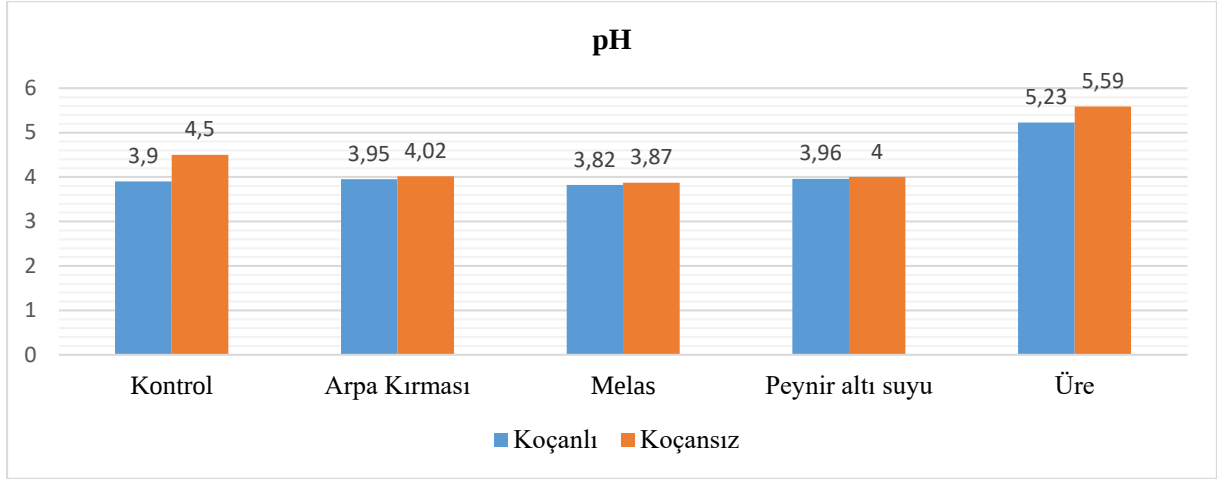
Silaj kuru madde oranı özelliğinde, bitki materyali ve katkı maddeleri ayrı ayrı %1 düzeyinde önemli bulunmuştur ve Şekil 2’de verilmiştir. Katkı maddelerine göre silaj kuru madde oranları en düşük %32.5 ile peyniraltı suyu ve en yüksek %45.5 ile melâs katkı maddesinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, katkı maddelerinin yapısal özelliklerine bağlı olarak silajın nem ve karbonhidrat dengesini doğrudan etkilediğini göstermektedir. Demirel ve ark.,[9] tarafından yürütülen bir çalışmada, mısır silajına %4 melâs ilâvesi, sindirilebilir kuru madde miktarını artırmış ve genel silaj kalitesini iyileştirmiştir. Bu durum, melâsın fermente edilebilir karbonhidrat kaynağı olarak silaj pH’sını hızlıca düşürüp laktik asit üretimini teşvik etmesine bağlanmıştır. Ayrıca, Castaño ve Villa [21] tarafından yapılan çalışmada, melâs ve peyniraltı suyu birlikte kullanıldığında, silajda daha iyi fermentasyon profili elde edildiği ve pH değerlerinin daha dengeli seyrettiği bildirilmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar önceki yapılan çalışmalarla uyum içerisindedir.



Şekil 1. Farklı katkı maddeleri ile yapılan mısır silajında silaj kuru madde oranları

3.2. pH Değeri

Koçanlı ve koçansız mısıra ilave edilen katkı maddeleri ile yapılan silajların pH değerleri Şekil 2’de sunulmuştur. Bu verilere göre en yüksek pH, Koçansız + Üre interaksiyonunda 5.59 olarak tespit edilmiştir. En düşük pH ise 3.82 ile Koçanlı + Melâs karışımında gözlemlenmiştir.



Şekil 2. Farklı katkı maddeleri ile yapılan mısır silajında pH değeri

Seydoşoğlu ve Saruhan [2]'in ekim zamanı ve çeşidin mısır silajında kalite üzerine etkisi konulu çalışmalarında silaj pH'nı 3.7-3.8 arasında tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen pH değeri söz konusu çalışmadan daha yüksektir. Farklılığın sebebi olarak katkı maddelerinin etkisi olduğu söylenebilir.

3.3. Silaj Fiziksel Analiz Sonuçları

3.3.1. DLG puanı

Koçanlı ve koçansız mısıra farklı oranlarda karıştırılan katkı maddeleri sonucu elde edilen silaj örneklerinde yapılan fiziksel değerlendirme (renk, koku, strüktür) ve nitelik sınıfları Tablo 3'te verilmiştir. Toplam puanlar dikkate alındığında; en yüksek değer 17.34 ile Koçanlı + Arpa Kırmısı, en düşük değer ise 6.53 ile Koçanlı + Üre silajından elde edilmiştir. Kavut ve Soya [22], mısırdaki silaj kalite özellikleri üzerinde yaptığı çalışmada, fiziksel analizlere ait toplam puanın 18.22-19.06 arasında tespit etmişlerdir. Burgu ve Mut [23]'ün yaptığı çalışmada ise toplam puan 9-20 arasında belirlenmiştir.

Tablo 3. Uygulamaların Fiziksel Özelliklere Ait Ortalama Değerler, DLG Puan ve Skorları

Koçan	Uygulama	Koku	Strüktür	Renk	DLG	Skor
Koçanlı	Kontrol	9.94	3.62	2.00	15.56	İYİ*
	Arpa Kırmısı	11.67	3.67	2.00	17.34	İYİ
	Melâs	11.11	3.61	1.86	16.59	İYİ
	Peyniraltı suyu	8.49	3.25	2.00	13.75	ORTA
	Üre	2.27	2.67	1.59	6.53	DÜŞÜK
Koçansız	Kontrol	8.67	3.34	2.00	14.00	İYİ
	Arpa Kırmısı	8.39	2.89	1.81	13.08	ORTA
	Melâs	8.83	3.14	1.97	13.95	ORTA
	Peyniraltı suyu	6.89	3.47	1.86	12.22	ORTA
	Üre	7.34	3.39	1.89	12.62	ORTA

*Nitelik Sınıfı: Çok iyi (18-20), İyi (14-17), Orta (10-13), Düşük (5-9) Bozulmuş (0-4) (10)

3.3.2. Flieg puanı

Araştırmada elde edilen Flieg Puan ortalama değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Silaj kalitesinin ve silo içi fermentasyon düzeyinin belirlenmesinde kullanılan en önemli kriterlerden birisi kuru madde, bir diğeri pH değeridir. Silajın pH değerinin bilinmesi silajın yeterince ekşiyip ekşimeydiğini belirlemek için gerekli bir parametredir [24]. Silaj içerisinde istenilen bir asit olan laktik asit bakterilerinin aktivasyonu için silajın pH'sının 3.7-4.8 arasında olması istenir [25].

Tablo 4. Uygulamaların pH, Kuru Madde ve Flieg Puan ve Skorları

Koçan	Uygulama	pH	Kuru Madde	Flieg Puanı*	Skor**
Koçanlı	Kontrol	3.90	40.0	129.1	ÇOK İYİ
	Arpa Kırması	3.95	45.0	137.1	ÇOK İYİ
	Melâs	3.82	45.5	143.4	ÇOK İYİ
	Peyniraltı suyu	3.96	39.5	125.7	ÇOK İYİ
	Üre	5.23	42.0	79.7	İYİ
Koçansız	Kontrol	4.50	34.0	92.9	ÇOK İYİ
	Arpa Kırması	4.02	38.5	121.1	ÇOK İYİ
	Melâs	3.87	38.5	127.3	ÇOK İYİ
	Peyniraltı suyu	4.00	32.5	110.1	ÇOK İYİ
	Üre	5.59	33.0	47.4	M. VERİCİ

FP = 220 + (2 x % Kuru Madde - 15) - (40 x pH) **81-100 Çok İyi II 61-80 İyi III 41-60 Memnuniyet Verici IV 21-40 Orta V 0-20 Kötü

Koçanlı ve koçansız olarak farklı katkı maddelerinin katılmasıyla hazırlanan silajlarda pH ve kuru madde miktarları kullanılarak hesaplanan Flieg puanlamasına göre en yüksek değer 143.4 puan ile Koçanlı + Melâs uygulamasından elde edilirken, en düşük değer ise 47.4 puan ile Koçansız + Üre uygulamasından elde edilmiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde üre katkı maddesi ilâve edilmiş silajlar haricinde bütün silajların çok iyi sınıfında olduğu belirlenmiştir. Burgu ve Mut [23]'ün yaptığı çalışmada Flieg puanlarını 46.52 ile 98.59 arasında belirlemişlerdir. Çalışmada elde edilen silaj Flieg puan ve skorları genel olarak paralellik göstermektedir.

Katkı maddelerinin silajın kalite parametreleri üzerinde önemli etkileri olduğu tespit edilmiştir. Özellikle melâs katkısı hem koçanlı hem de koçansız silajlarda kuru madde oranını artırmış, pH değerini düşürmüştü ve fiziksel kaliteyi olumlu yönde etkilemiştir. Koçanlı melâs katkılı grupta elde edilen %45.5'lik kuru madde oranı, yüksek fermentasyon etkinliğine işaret etmektedir. Bu bulgu, fermentasyon sürecinin etkinliğini artırdığı yönündeki literatürle paraleldir [4].

Üre katkısı, beklenenin aksine bazı örneklerde pH değerinin artmasına neden olmuş ve özellikle koçansız grupta kaliteyi olumsuz etkilemiştir. Bu durum, ürenin fazla miktarda amonyak üretmesiyle ilişkilendirilmiştir [5].

Arpa kırması katkısı, özellikle fiziksel yapıyı destekleyerek strüktürel bütünlüğün korunmasına katkı sağlamıştır. Ayrıca, enerji içeriğinin yükseltilmesiyle fermentasyonun homojenliği üzerinde de etkili olmuştur. Peyniraltı suyu, diğer katkılara kıyasla daha düşük performans sergilemiş, özellikle koçansız gruplarda kuru madde oranında düşüşe ve pH değerinde yükselmeye neden olmuştur. Ancak bazı çalışmalarda peyniraltı suyunun, amonyak azot miktarını düşürerek silajın stabilitesine katkı sağladığı belirtilmiştir [8].

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada farklı katkı maddeleri ile yapılan koçanlı ve koçansız mısır silajlarının kalite parametreleri değerlendirilmiştir. Bulgular, katkı maddelerinin silaj kalitesi üzerinde belirgin etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle melâs katkısı hem kuru madde oranını artırarak hem de pH'ı düşürerek kaliteli bir fermentasyon sağlamış; bu yönüyle diğer katkı maddelerine kıyasla daha iyi bir performans sergilemiştir. Arpa kırması katkısı ise fiziksel kalite ve enerji içeriği bakımından olumlu etkiler sağlamıştır. Peyniraltı suyunun katkı olarak kullanılması, sınırlı yarar sağlamış; özellikle koçansız silajlarda kaliteyi düşürmüştür. Üre katkısı ise proteini artırma potansiyeline sahip olsa da yüksek pH değeri ve olumsuz fermentasyon karakteristikleri nedeniyle dikkatle kullanılmalıdır.

Genel olarak, katkı maddelerinin koçanlı silajlarda daha etkili olduğu, koçansız silajlarda ise katkı etkisinin sınırlı kaldığı belirlenmiştir. Uygulamada, silaj kalitesini artırmak isteyen üreticiler için

özellikle melâs ve arpa kırmaları katkılarının tercih edilmesi önerilmektedir. Katkı türü ve oranının karışıma girecek silajlık bitki materyali ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği dikkate alınmalıdır.

5. Beyanname

5.1. Çıkar Çatışması

"Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur".

5.2. Yazarların Katkıları

Mustafa YILMAZ çalışmayı tasarlamış ve deneyleri kurmuş, Mehmet ÖTEN çalışmayı yürütmüş, Rahime CENGİZ ve Ferzat TURAN verileri analiz etmiş ve Mustafa YILMAZ, Mehmet ÖTEN, Rahime CENGİZ, Ferzat TURAN ve Melike KÖSE makaleyi yazmıştır.

5.3. Finansman Kaynağı

Bu çalışma Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 161-2023 nolu proje ile desteklenmiştir.

6. Kaynakça

- [1] McDonald, P., Henderson, A.R., & Heron, S.J.E. (1991) *The Biochemistry of Silage*. 2nd Ed., Chalcombe Pub., 340 s.
- [2] Seydoşoğlu, S., & Saruhan, V. (2017). Farklı ekim zamanlarının bazı silajlık mısır çeşitlerinde verim ve verim unsurlarına etkisinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54(4), 377-383. ISSN 1018-8851.
- [3] Kaplan, M., Kale, H., İrik, H.A., Kardeş, Y.M., Varol, İ.S., Çiftçi, B., & Ünlükara, A. (2022). Effects of different irrigation levels and nitrogen doses on mineral contents of maize grains. *Curr. Trends Nat. Sci*, 11, 108-16. <https://doi.org/10.47068/ctns.2022.v11i22.013>.
- [4] Tekin, M., & Kara, K. (2020). The forage quality and the in vitro ruminal digestibility, gas production, organic acids, and some estimated digestion parameters of tomato herbage silage with molasses and barley. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 44(2), 201–213. <https://doi.org/10.3906/vet-1908-47>.
- [5] Nursoy, H., Deniz, S., Demirel, M. & Denek, N. (2003). The effect of urea and molasses addition into corn harvested at the milk stage on silage quality. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 27, 93-99. ISSN: 1300-0128.
- [6] Kızılsimşek, M., Demiroğlu Topçu, G., Akbay, F. (2023) The effect of different mixture ratios of maize (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.) on some silage quality characteristics. *International Journal of Applied Biology And Environmental Science (IJABES)*, 2023, 5.2: 53-63
- [7] Denek, N. & Deniz, S. (2004). The effects of urea and molasses addition into corn harvested at early-milk stage on silage quality and digestible dry matter yield. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 28, 123-130. ISSN: 1300-0128.
- [8] Schingoethe, D.J., Beardsley, G.L., & Muller, L.D. (1974). Chemical composition of urea-treated corn silage containing added dried whey or whey products. *Journal of Dairy Science*, 57(12), 1511-1515. [https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302\(74\)85098-8](https://doi.org/10.3168/JDS.S0022-0302(74)85098-8).
- [9] Demirel, M., Yılmaz, İ., Deniz, S., Kaplan, O., & Akdeniz, H. (2003). Effect of addition of urea or urea plus molasses to different corn silages harvested at dough stage on silage quality and digestible dry matter yield. *Journal of Applied Animal Research*, 24, 7-16. <https://doi.org/10.1080/09712119.2003.9706429>.
- [10] Kung, L., Taylor, C.C., Lynch, M.P., & Neylon, J.M. (2018). Applying silage inoculants to manage fermentation. *Journal of Dairy Science*, 101(5), 4011-4023. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13578>.
- [11] Jiao, T., Lei, Z., Wu, J., Li, F., Casper, D., Wang, J., & Jiao, J. (2021). Effect of additives and filling methods on whole plant corn silage quality, fermentation characteristics and in situ digestibility. *Animal Bioscience*, 34, 1776 - 1783. <https://doi.org/10.5713/ab.20.0804>.
- [12] Khatta, V.K., Dogra, K.K. & Katoch, B.S. (1989). Effect of urea-molasses addition in corn silage preparation on its quality and nutrient utilization in lactating jersey cows. *Indian Journal of Animal Sciences*, 59(7), 875-880.
- [13] Anonim, (2024). Sakarya Meteoroloji İl Müdürlüğü İklim Verileri.
- [14] Sağlamtimur, T., Tansı, V., & Baytekin, H. (1989). Çukurova koşullarında kışlık ara ürün olarak yetiştirilen arıotu (*Phacelia californica* Cham.)'nda biçim zamanının bitki boyu ve ot verimine etkisi üzerinde bir araştırma. *ÇÜZF Dergisi*, 4(1), 76-83.
- [15] Acar, Z., & Bostan, M. (2016). Değişik doğal katkı maddelerinin yonca silajının kalitesine etkilerinin belirlenmesi, *Anadolu J Agr Sci*, 31; 433-440. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.269998>.
- [16] Bolakar, K., & Yüksel, O. (2021). Farklı oranlarda üre ve melâs katkılarının filotu (*Miscanthus x Giganteus*) silajlarının fiziksel ve bazı kalite özellikleri üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(2): 484-491. <https://doi.org/10.30910/turkjans.838344>.
- [17] Kılıç, A. (1986). *Silo Yemi* (Öğretim, Öğrenim ve Uygulama Önerileri). Bilgehan Basımevi, İzmir.
- [18] DLG. (1987). Bewertung von Grünfütter, Silage und Heu. DLG-Merkblatt, 224p.
- [19] Alçiçek, A. & Özkan, K. (1997). Silo yemlerinde fiziksel ve kimyasal yöntemlerle silaj kalitesinin saptanması. *Türkiye I, Silaj Kongre Bildirileri*. 19 Eylül 1997. 241I246, Bursa, Türkiye.
- [20] Düzgüneş, O., Kesici, T., Kavuncu, O. ve Gürbüz, F. (1987). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 295, Ankara.

- [21] Castaño, G., & Villa, L. (2017). Use of whey and molasses as additive for producing silage of Cuba OM-22 (*Cenchrus purpureus* x *Cenchrus glaucum*). *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51.
- [22] Kavut, Y.T., & Soya, H., (2012). Ege Bölgesi koşullarında bazı mısır (*Zea mays* L.) çeşitlerinin silaj kalitesi özellikleri üzerine bir araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 49(2): 223-227. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.69692>.
- [23] Burgu, L., & Mut, H., (2023). İkinci ürün olarak yetiştirilen silajlık mısır çeşitlerinde silaj verimi ve bazı kalite özellikleri. *JOTAF*, 20(1): 12-24. <https://doi.org/10.33462/jotaf.1039381>.
- [24] İptaş, S. & Avcıoğlu, R. (1996). Silajda fermentasyon ürünleri ile nitelik belirleme yöntemleri arasındaki ilişkiler. *Türkiye III. Çayır-Mer'a ve Yem bitkileri Kongresi*, 17-19 Haziran, 775-781, Erzurum, Türkiye.
- [25] Filya, İ., (2000). Silaj kalitesinin artırılmasında yeni gelişmeler. *International Animal Nutrition Congress*, 4-6 Eylül 2000, 243-250, Isparta, Türkiye.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Bitkilerin Savunma Sistemlerini Güçlendirmede Yeni Bir Eğilim: Agrohomeopati

Ertan AHMED^{1*} 

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Bolu, Türkiye.

ÖZ

Bu derleme yazısının temel amacı okuyucuları alternatif tarım yöntemleri hakkında bilgilendirmek, doğal çevrenin, biyolojik çeşitliliğin ve gelecek nesillerin sağlığının korunmasında zehirsiz çözümler konusunda bilinçlendirmektir. Aynı zamanda agrohomeopatinin ilkeleri ve uygulaması hakkında da bilgilendirmektir. Agrohomeopatik yöntemin tercih edilmesinde bitki stres faktörlerine karşı bitkilerin savunma sistemlerini güçlendirmesi, hastalık ve zararlıların mücadelesinde zehirsiz çözümler sunması, çevre dostu olması, bitkilerde kalıntı sorunu oluşturmaması, suyu, toprağı ve havayı kirletmemesi, ucuz olması gibi nedenlerle gıda arzında güvenilir ve sürdürülebilir olmasıdır. Bitkisel ürün miktarında artış vaadiyle öne çıkan endüstriyel tarım aynı zamanda sağlıklı ve besin içeriğı zengin gıdaları da insanoğluna arz edebilmeli. Bitkisel ürünlerin üretimi esnasında toprakların, su kaynaklarının ve biyolojik çeşitliliğin konvansiyonel tarım yöntemlerinden zarar görmeden tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilir olması hayati öneme haizdir. Bu bağlamda su, hava ve toprak üçgeninde ekosistemin korunması ve devamlılığın sağlanması amacıyla bütüncül tarım modelinin uygulanması gerekmektedir. Bu sorunları ele almak için günümüzde "sistemik agrohomeopati" adı verilen yeni bir disiplin geliştirilmektedir. Bu yaklaşım, bitkilerin çevreyle etkileşimlerini "Holon" adı verilen birleşik bir agroekosistem olarak ele alır ve çiftçiler için güvenli olan ve ekolojik yan etkileri olmayan yüksek seyreltmeler ile maddelerin kullanımına dayanır. Sistemik agrohomeopatik yaklaşım, çiftliğı bütün bir organizma, yoğun bir etkileşim ağı oluşturan canlı ve cansız unsurlardan oluşan bir agroekosistem olarak görür. Amacı, bileşenleri arasındaki yararlı ilişkileri genişleterek güçlü ve gelişen bir tarımsal ekosistemi oluşturmak, böylece canlılığın ve ekolojik dengenin artmasını sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Homeopati, agrohomeopati, bitki direnci, çevre, remedi.

* Sorumlu Yazarın e-postası: etarim33@gmail.com

Cite as: Ahmed, E. (2025). Bitkilerin Savunma Sistemlerini Güçlendirmede Yeni Bir Eğilim: Agrohomeopati, *Journal of Agricultural Biotechnology*, 6(1), 32-42. <https://doi.org/10.58728/joinabt.1700257>

A New Trend in Strengthening Plant Defense Systems: Agrohomeopathy

ABSTRACT

The main purpose of this review is to inform readers about alternative farming methods, to raise awareness about non-toxic solutions for protecting the natural environment, biodiversity and the health of future generations. In the meantime, information is also provided about the principles and application of agrohomeopathy. The agrohomeopathic method is preferred because it strengthens the defense systems of plants against plant stress factors, offers non-toxic solutions in the control of diseases and pests, is environmentally friendly, does not cause residue problems in plants, does not pollute water, soil and air, and is cheap, thus being reliable and sustainable in food supply. Industrial agriculture, which promises an increase in the quantity of crops, should also be able to supply healthy and nutrient-rich food to humanity. During the production of crops, it is vital that agricultural activities are sustainable without harming soils, water resources and biodiversity through conventional agricultural methods. In this context, a comprehensive agricultural model should be implemented in order to protect and maintain the ecosystem in the triangle of water, air and soil. To address these issues, a new emerging discipline called “systemic agrohomeopathy” is nowadays being developed. This concept considers plants and their interactions with the environment as a unified agroecosystem called the “Holon” and it is based on the use of substances at high dilutions that are safe for farmers and without ecological side effects. The systemic agrohomeopathic method considers the farm as a holistic organism, living and non-living things that form a net of dense interactions and as an agroecosystem made up of elements. Its goal is to create a robust and thriving agroecosystem by enlarging the beneficial relationships among its components, leading to increased vitality and ecological balance.

Keywords: Homeopathy, agrohomeopathy, plant resistance, environment, remedy

1. Giriş

Homeopati; Yunan Dilinde “homoios” (benzer) ve “pathos” (acı veya hastalık) sözcüklerinin birleşmesinden meydana gelmiştir. Bedenin şifalanma kabiliyetini açığa çıkarmanın yanında hastalık semptomlarının benzer özelliklerini oluşturan farklı durumları da açıklayan bir olgudur [1-3]. “Homoios” ve “Pathos” teoreminden ilk olarak söz eden kişi, antik yunan tıbbında, tıbbın babası olarak anılan Hipokrat olmuştur. Hipokrat’ın deyişiyle “similia similibus currantur” yani benzer benzeri ile tedavi edilir ilkesinden hareketle “benzerlik yasasının” temellerini atmıştır. Hahnemann, birçok deneylerinden ulaştığı yargının özeti ise “sağlıklı bir kişide test edilen yüksek dozdaki bir etken maddenin kişiyi hasta edip belirli yan etkilere neden olduğu, aynı maddenin düşük dozu ise hastalıktan muzdarip olan kişide iyileşmeye vesile olur” şeklinde olmuştur. Bu kuram beraberinde homeopatinin temel taşları niteliğinde olan “benzerlik yasası”nın ilk kıvılcımını ateşlemiştir. Homeopati esasında kabul edilen “eşitler eşitleri ile tedavi edilir” düsturu yanında iki esastan daha bahsedilir ki bunlar, “yaşam gücü” (dynamis) ve “güçlendirme” (potens) ilkeleridir. “Yaşam gücü” olarak anılan ilke, organların bütününde devinim içinde hareket eden ve canlılığı sağlayan hayat enerjisini ifade ederken, güçlendirme ilkesi ise etken maddenin iyileştirici etkisini artırmak, olası yan etkilerini azaltmak ve oluşan enerjinin sinerjisini artırmak gayesiyle, bu maddeyi logaritmik olarak seyreltme ve çalkalama işleminden ibarettir. Homeopatik uygulamalar, insan bedeninde doğal iyileşme uyaranlarını tetikleyerek genel iyileşme sürecine destek olmaktadır. Bu amaçla, kaynağı doğadan elde edilen maddelerden remediler kullanılmakta ve günümüzde tanımlanmış 8.200’den fazla remedi bulunmaktadır [4]. Homeopatik ilâhların (remedilerin) özünde bitki ve hayvan (zararlıların) parçaları; nozod (nosode); mineraller gibi elementler bulunmakta. Homeopatik ilâhlar (remediler), ana maddelerin enerjisel özelliklerinden ve potens gücünden faydalanarak bedendeki uyum ve dengeyi tekrar sağlamakta; vücudun savunma ve iyileşme sistemlerini güçlendirmekte; bir diğer ifadeyle kişinin yaşam gücünü veya hayat enerjisini harekete geçirmektedir. Remediler düşük dozda uygulanır ve hastanın yaşam gücünü tetikleyerek iş gördüğü için yan etkisizdir. Bu sebeplerden dolayı bebeklerde, gebeelerde ve

yaşlılarda güvenle kullanılabilir. Homeopati, yaşam enerjisini artırarak tedavi sağlamakta, yani kişinin immün sistemi üzerinde etki etmektedir. Homeopatik ilâçların immün sistem üzerine etkilerini ortaya koyan birçok çalışma rapor edilmiştir [5]. Remediler doğada var olan ve ulaşılması zor olmayan doğal kaynaklardan elde edilir. Homeopatik ilâçların yapımında %70 oranında bitkiler, %20 oranında minareller; geriye kalan miktarı ise hayvansal veya mikroorganizma (nosode) kaynaklardan elde edilir. İlâçların hazırlanışı hususi bir eczacılık bilgisi ve hassasiyeti gerektirir [6]. Doğal kaynaklardan elde edilebilen birçok madde homeopatik remedi olma potansiyeline sahiptir. Homeopatik remedilerin yapımında bitki parçaları (kök, kabuk, yaprak, çiçek kısımları vd.), tıbbi ve aromatik bitkiler (sarımsak, güzel avrat otu, papatya), hastalıklı dokulardan hazırlanan nozod ilâçlar (*Carcinosinum*, *Tuberculinum* v.s.), hayvansal maddeler ve salgıları (mürekkep balığı, bal arısı, yılan zehiri), kimyasal elementler, mineraller ve bileşimleri (Natrium, Calcium, Ferrum, Silicea, Sülfür vb.) gibi doğal maddeler kullanılmaktadır [7]. Sonuç olarak, homeopati hastalıkları tedavi etmek için farklı ve özgün bir yaklaşım sunar. Temelinde benzerlik yasası ve potentizasyon gibi ilkeler yer alır. Bu prensipler, modern tıptan oldukça farklıdır, bu da homeopatinin hem desteklenmesi hem de eleştirilmesi için zemin hazırlar. Homeopati, hastalıkları bütüncül bir yaklaşımla ele alır ve bireyin tüm varlığına odaklanır. Bu nedenle, sadece fiziksel belirtileri değil, aynı zamanda zihinsel ve duygusal dengesizlikleri de tedavi etmeyi amaçlar [8].

2. Homeopatinin Tarihsel Gelişimi

Tıbbın gelişim sürecinde, 16. yüzyılın başlarında Paracelsus (1493-1541) teorik olarak: “Benzer benzer tarafından iyileştirilir; ilâç ile zehir arasındaki sınırı yalnızca doz belirler” diyerek homeopatinin kıvılcımını ateşlendirmiştir. Daha sonra Almanya’da Dr. Samuel Hahnemann (1755-1843) bilimsel çalışmalarında “benzerlik yasasını” formüle etmiş ve klinik çalışmalarında bir yöntem olarak uygulamıştır. Homeopati, yaklaşık 220 yıl önce Almanya’da ortaya çıkmıştır. Kurucusu Dr. Samuel Hahnemann, bir eczacı, dil bilimci ve Alman hekimi olup o dönemin tıbbi sisteminden memnun olmadığı için kimyasal bazı deneyler yapmaya ve bilimsel eserler çevirmeye başlamıştır. Düzenli olarak 1787 – 1794 arası Almanya’daki ilk kimya dergisi olan Crell’s Annals of Chemistry’de makaleler yayımlamıştır. 1790’da, Cullen’in *Materia Medica* adlı eserini çevirirken Kınakına (*Cinchona officinalis*) ağacının kabuğunu kendi üzerinde denemiştir. Bu bitkideki *Kinin* metabolitinin sağlıklı bireyde, tedavi ettiği hastalığa benzer semptomlar ortaya çıkardığını fark etmiştir. Bu deneylerden yola çıkarak “simila similibus curentur” (benzer, benzeri iyileştirir) prensibine ulaşmıştır. 1796 yılında bir maddenin terapötik etkisinin, sağlıklı bireyde benzer semptomları oluşturma yeteneğine bağlı olduğunu fark etmiştir. Bu yeni tedavi yöntemine Yunanca “homoios” (benzer) ve ‘patheia’ (acı) kelimelerinden türettiği “homeopati” adını vermiştir. Kısacası: “sağlıklı bir insanda belirli hastalık semptomlarına neden olabilen maddeler hasta bir insanda benzer semptomları tedavi etmek için kullanılabilir” şeklinde ifade edilmiştir. Aynı zamanda o dönemde geçerli geleneksel tıp yöntemine, Yunanca’da Allos (farklı) kelimesinden yola çıkarak allopati adını vermiştir. Allopatiyi, “hasta kişide iyileşmesi gerekenlerden farklı semptomlar oluşturan” bir sistem olarak tanımlamış. Allopati terimini ilk kez 1816 yılında *Materia Medica Pura* adlı eserinin ikinci cildinin ön sözünde kullanan Dr. Hahnemann, bu kavramı ‘hasta insanda iyileşmesi gerekenden tamamen farklı semptomları açığa çıkaran’ olarak tanımlamıştır. Hahnemann, 18. yüzyılın geleneksel tıbbi uygulamalarından farklı olarak, hastalıkların nedenlerini kişinin içsel faktörleriyle ilişkilendirmiş ve bu yaklaşımıyla tıbaa önemli bir yenilik katmış. Böylece, her bireyin sağlık ve hastalık süreçlerinde farklı tepkiler verdiği temel prensibini ortaya koymuştur. Ayrıca, tarihte ilk defa sağlıklı bireyler üzerinde ilâç denemeleri yapanlardan biri olmuş ve minimum dozda, dinamize edilmiş ilâç formlarını kullanarak hastaların sağlığının nazik bir şekilde geri kazandırılması gerektiğini savunmuştur. Dr. Hahnemann, hayatı boyunca toplamda 27.000 sayfa makale ve kitap yayımlamanın yanı sıra o dönemde geleneksel tıbbın önemsemediği hastalıkla ilişkili semptomların tedavideki değerini fark etmiş ve bunları etkin bir şekilde kullanmıştır. Zamanının çok ötesine geçen bu yaklaşımıyla Hahnemann, hem hastalık hem de hastaya bakış açısını köklü bir şekilde

değiştiren devrim niteliğinde bir tedavi sistemi geliştirmiştir. Ortaya koyduğu tedavi prensipleri ve felsefesi günümüzde hala geçerliliğini korumakta ve klinik uygulamalarda doğruluğunu defalarca kanıtlamaktadır [9]. 1810 yılında "Organon" adlı eserin yayımlanması, Hahnemann'ın yaşamında yeni bir dönemin başlangıcı olmuştur. Bu tarihten sonra Hahnemann birçok kitap yazıp yayımlamış. 1811 yılında Leipzig'e taşınarak üniversitede homeopati dersleri vermeye başlamış. 1828'de kronik hastalıkların doğasını ve homeopatik tedavisini açıklarken "miyazma" kavramını ilk kez ortaya atmıştır. Hahnemann, homeopatik ilâçları bu miyazma'lara göre sınıflandırmıştır. Yunanca'da "kirlenme, bulaşma" anlamına gelen bu terimle, bir önceki kuşaklardan geçen hastalıkları ifade etmiştir. O dönemde genetik aktarım ve virüslerin varlığı bilinmese de Hahnemann, anne babadan geçen hastalık eğilimlerini fark etmiş ve bu terimi kullanmayı tercih etmiştir. Günümüzde, miyazma kavramını genetik yatkınlıklar, virüslerin etkisi ve hücrenin temel savunma mekanizmaları bağlamında açıklayabiliyoruz, ancak miyazma bu bilimsel açıklamalardan daha geniş bir anlam taşıyor gibi görünmektedir. Hahnemann, 1834 yılında ikinci eşi Melanie de Hervilly ile evlenerek Paris'e taşınmış. Melanie, Hahnemann'dan homeopati eğitimi alarak ömrünün sonuna kadar onun en yakın destekçisi olmuşturtur. Hahnemann, sağlığı yerindeyken homeopati alanında birçok ünlü uzman yetiştirmiş ve geliştirdiği yöntemin o dönemde dünyanın en yaygın tedavi yöntemlerinden biri haline geldiğini görecekt kadar uzun bir ömür yaşamıştır. 1843 yılında, altı hafta süren bir bronşit hastalığının ardından Fransa'da, 88 yaşında hayatını kaybetmiştir. Paris'teki anıtsal mezarı her yıl binlerce homeopat tarafından ziyaret edilmektedir. Mezar taşında "*Non inutilis vixi*" (Boşuna yaşamadım) yazmaktadır. Hahnemann'ın en samimi arkadaşı Clemens Maria Franz von Boenninghausen (1785-1864) olup onun bilimsel çalışmalarını ileriye taşıyarak, homeopatinin hem bilimsel hem de klinik temellerini güçlendirmiştir. Boenninghausen'in bulguları, homeopatinin yalnızca bir alternatif tedavi yöntemi değil, aynı zamanda modern homeopatinin kapsamlı bir sağlık sistemi olarak kabul görmesinde önemli bir rol oynamıştır [10]. Bunun yanında bilimsel deneylerinde potentizasyonu gerçekteştirilmiş yani güçlendirilmiş ilâçların bitkiler ve hayvanlar üzerindeki etkinliğini de denemiş ve veterinerlik faaliyetlerinin bir günlüğünü tutmuştur [11].

3. Plasebo Etkisi ve Agrohımeopati Kavramı

Plasebo, Latince kökenli bir kelime olup memnun etmek anlamını taşır. Plasebo etkisi, farmakolojik açıdan etkisi olmayan bir ilacın telkine dayalı bir etki ortaya çıkarma halidir. Bu ilâç, ağız yoluyla, burundan ya da enjeksiyonla vücuda alınabilir. Ayrıca cerrahi müdahalelerle bile plasebo etkisi oluşturulabilir. Aslında Plasebo etkisinin fiziksel olarak tedavi edici bir etkisi bulunmamaktadır. Plasebonun etkisi, tamamen hastanın kendisine verilen ilacın faydalı olacağına inanmasından kaynaklanır. Plasebo, tıbbın bilimsel olarak tam açıklayamadığı bir biçimde, insanların istemeleri durumunda kendi kendilerini iyileştirme yeteneğine dayanır. Tıbben kurtulma şansı düşük olarak değerlendirilen pek çok hasta, bu güç sayesinde hayatta kalmış; ayrıca, tıbbın çözüm bulamadığı kanser tedavisinde yüksek moral ve güçlü bir iyileşme isteği genellikle etkili olmuş. Plasebo, halk arasında ve günlük konuşmalarda, tıbbi bir içeriği bulunmadığını belirtmek için zaman zaman "şeker hapi" olarak anılır [12]. Homeopatiye muhalif olanlar, remedilerin yalnızca sudan ibaret olduğunu, tedavi edici herhangi bir güce sahip olmadığını ve nadiren bir etki gözlemlendiğinde bunun "plasebo etkisi" ile açıklanabileceğini ifade ederler. Varon [13] homeopatinin modern tıp camiasında, kimi zaman destek gördüğü, kimi zaman da tartışmalara yol açtığı; yurtdışında ve ülkedeki bazı hastaneler homeopatik tedavi yöntemlerine yer verdiği; tıp doktorlarının homeopati öğrendikleri; bazı medikal çevrelerde ise plasebo olarak anıldığı ve dışlandığı şeklinde ifade edilmiştir. Karşıt görüşlerin nedeni, homeopatide kullanılan ilâçların (remedilerin) olduķça yüksek oranda seyreltip çalkalanarak hazırlanmasıdır. Örneğin, mutfakta soğan soyarken gözlerimiz yaşarır, kızarır ve kaşınır, bununla beraber burnumuz akar ya; saman nezlesi belirtilerini yaşayan birine seyreltilmiş soğan remedisi verilir homeopatide. Hastalığa benzer semptomları taşıyan kişide, bunları oluşturma gücüne sahip bir maddenin seyreltilmiş sıvısının verilmesi ile giderilir. Bu yüzden, homeopatiyi nanoteknoloji (bir maddede boyutları 1 ila 100 nanometre arasında bulunan atomların ve moleküllerin en küçük birimleri) ile açıklamak daha uygundur.

Ayrıca, Hımeopati'nin plasebo etkisinden ibaret olduğu iddiasının doğru olmadığını söyleyebiliriz. Bebeklere, hayvanlara veya bilinçsiz durumda olan hastalara uygulandığında da hımeopatik ilâçların etkili olduğu ve kronik sorunları tedavi edebildiği gözlemleniyor. Yani, hımeopatik ilâç kullandığının farkında olmayan bireylerde bile bu yöntemin etkilerini net bir şekilde görebiliyoruz [13]. Bir bitki ya da hayvana hımeopatik bir remedi verildiğinde, gözle görülür ve ölçülebilir bir tepki alınması, plasebo etkisiyle ilgili şüpheleri tamamen ortadan kaldırmaktadır. Agrohımeopati, bitki hastalıklarını ve zararlarını tedavi etmek, bitki zararlılarıyla mücadele etmek için hımeopati prensiplerine uygun olarak hımeopatik ilâçlar (remediler) kullanmayı uygun gören bir yöntemdir. Hımeopatide olduğu gibi, agrohımeopatide de doğal ve minimum dozda maddeler kullanılarak bitkilerin sağlığını desteklemek ve doğal dayanıklılıklarını artırmak amaçlanır. Agrohımeopati, doğal, ekolojik tarım yapmak isteyenlerin, organik ve biyodinamik tarım yapan, özellikle de tıbbi ve aromatik bitki yetiştiren bahçıvanların bilmesi, uygulaması gereken güvenli, kimyasal içermeyen, kalıcı ve etkili bir tedavi yöntemidir. Bu yöntem, kimyasal pestisitlere alternatif olarak çevre dostu bir çözüm sunar [14].

4. Biyodinamik Çevreyle Agrohımeopatinin Etkileşimi

Çevre denilince ilk akla gelen, doğal kaynaklardır. Bir ülkenin bitki ve hayvan türlerinin zenginliği olarak tanımlanan biyolojik çeşitlilik ise en önemli doğal kaynaklarının başında gelir. Bu kaynaklar, yani biyolojik çeşitlilik, hem ekonomik kalkınmanın sürekliliği hem de yaşamaya uygun bir çevrenin sağlanması açısından büyük bir öneme sahiptir. Çünkü bunlar; soluduğumuz havanın oksijenini sağlar, enerji ihtiyacımız için besin kaynağıdır, korunmamız için giysi yapımında kullanılır ve sağlığımız için ilâç hammaddesidir. Ayrıca, güzel ve estetik bir çevrenin oluşmasında da biyolojik çeşitliliğin büyük bir rolü vardır. Bu başlıkta önerilen yenilikçi yöntem, insan merkezli bir hımeopatik metodolojiye göre değil, sistemik bir agroekolojik yaklaşıma göre agrohımeopatik tedavilerin uygulanmasını ele alır. Bu yaklaşımda, tarım işletmesi bir agroekosistemdir ve kendi kendini düzenleme yeteneğine sahip doğrusal olmayan karmaşık bir sistem olarak kabul edilir. Bu fikir ilk olarak Tichavský [15] tarafından geliştirilmiş ve bitkilere uygulanan hımeopatiyi açıklamak için “holo-hımeopati” terimini kullanmış. Ancak, tarımsal sorunların semptomatik tezahürlerinden ziyade sistemik bir yaklaşım benimsemiştir. Koestler [16] tarafından ortaya atılan ve karmaşık bir sistem olarak tanımlanan, kendine has özellikleri olan, alt sistemlerden oluşan ve aynı zamanda daha üst düzey bir sistemin parçası olan “holon” kavramına atıfta bulunmuş. Holon ayırt edici özelliklere sahiptir ve tipik davranışları takip eder. Yapıları kaos ve düzen arasında bir dengede var olan, alt holonlar olarak adlandırılan ve daha küçük holonlardan oluşan, evrimde kendi kendini organize eden dağınlık bir yapıdır; uyarılara dayanabilecek derecede bağımsızlık veya özerkliğe sahip, özüne güvenen bir birimdir ve kararlılığa sahiptir. Dinamiktir ve yüksek derecede sinerji ve işbirliğine sahiptir, öyle ki farklı bileşenleri yüksek derecede birbirine bağlıdır. Parçalarından birinde meydana gelen herhangi bir değişiklik diğer parçaları da etkiler ve kendi adaptasyonu ve hayatta kalması için gerekli tüm işlevleri yerine getirir. Holon karmaşık bir sisteme benzer ancak önemli bir farklılığı vardır; karmaşık bir sistemde hayati önemi olmayan bir parçanın bağlantısı kesilirse, bu sistem hiçbir değişikliğe uğramadan çalışmaya devam eder, oysa holonun herhangi bir parçası değiştirilirse bütünlüğü de değişecektir. Ayrıca, karmaşık sistemlerin aksine, holonun tüm parçaları eksiksiz bilgi içerir, dolayısıyla fraktal özelliklere sahiptir. Karmaşık bir sistemin fraktal olması gerekmezken, holon tanımı gereği yüksek derecede fraktallığa dayalı bir yapıya ve dinamizme sahiptir. Bu bağlamda, tarımsal çiftlik açık bir ekolojik sistem veya agroekosistem olarak düşünülebilir ve bu da holon kavramına dahil edilebilir. Özellikle, agroekosistem hem coğrafi bir nedenden dolayı çevredeki peyzajdan izole edilmiş çok büyük bir çiftlik (1.000 hektardan fazla) durumunda bir holon olarak hem de göl ve ormanların yakınında bulunan küçük bir çiftlik (20 hektardan az) durumunda olduğu gibi bir alt holon (holondan daha küçük ölçekte tüm özellikleri ifade eden holonun bir parçası) olarak tanımlanabilir. Belirli sorunlara kesin yanıtlar her zaman holon içinde aranmalıdır. Bazı durumlarda ekosistem ile holon arasında mükemmel bir uyum olabilirken, diğer durumlarda söz konusu agroekosistem holonun bir parçası olabilir. Bu tür agroekosistemlerde (“holon”

veya “alt holonlar”), organizmalar arasında bir etkileşim ağı söz konusudur. Toprağın 450 milyon yıl önce bitki soyları tarafından kolonileştirilmesinden bu yana, bitkiler ve onlarla ilişkili mikroorganizmalar birbirleriyle etkileşime girerek “holobiont” adı verilen ve doğal seleksiyonun konakçı ile mikroplar arasında ve aynı zamanda mikroplar arasında da gerçekleştiği bir türler topluluğu olan işlevsel bir yapı oluşturmaktadır. Çiftçiler, tarımsal uygulamalar yoluyla agroekosisteme müdahale eder bu da sistemin ayrılmaz bir parçasıdır. Bir tarımsal ekosistemin tüm karşılıklı ilişkileri bütünleşerek bir ağ oluşturur. Sistemik homeopatik yaklaşım, bir agroekosistemdeki canlı organizmalar arasındaki tüm olası etkileşimleri hesaba katar. “Holon” ve “alt holon” terimleri agroekosistemleri tanımlamak için ayırt edilmeksizin kullanılmaktadır. Sistemik agrohımeopatik yaklaşım aynı zamanda agroekosistemin “biyotip” ve “patogenez düzeyinin” belirlenmesine de olanak tanır. Bu iki özelliğin tanımlanması Hahnemannian homeopatik metodolojisi izlenerek gerçekleştirilir; bitkilerin veya agroekosistemin etkileşimini belirlemeyi ve beslenme durumunu değerlendirmeyi amaçlar. Bitkilerin özel yaşam koşulları için en uygun homeopatik biyotipoloji modeli, Brezilyalı homeopat Roberto Costa tarafından geliştirilen Antoine Nebel'in (1870-1954) insan modelidir. Buna göre bitkilerin beş ayrı biyotipi veya temel yapı taşları vardır. Bunlar: Sülfürik(S), Karbonik (CaCO_3), Fosforik (CaHPO_4), Florik (CaF_2) ve Silisik (CaSi_2O_5) dir [17].

5. Biyotik ve Abiyotik Stres Koşullarına Karşı Agrohımeopatik Uygulamalar

Bitkilerde biyotik ve abiyotik stres toleransının fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler temelleri üzerine genel olarak ve özele yönelik muhtelif bilimsel çalışmalar yürütölmüş. Ancak, bitki savunma sistemleri ile agrohımeopatik remediler arasındaki ilişkiyi doğrudan ele alan akademik çalışmalar sınırlı olmakla birlikte, bu konuyu dolaylı olarak inceleyen bazı araştırmalar mevcuttur. Öncelikli olarak belli başlı kavramları özetlemek faydalı olacaktır. Stres kavramını özetleyecek olursak; canlı organizmanın büyümesi, gelişmesi ve üretimi esnasında normal giden yaşamsal döngüsünün olumsuz çevresel şartlara bağılı olarak organizmanın yaşamsal döngüsünde istenmeyen olayların cereyan etmesi olarak ifade edilmektedir [18]. Fujita vd. [19] bitkiler, biyotik (canlı hastalık etmenleri) ve abiyotik (çevresel koşullardan kaynaklanan) stres faktörlerine maruz kaldığında, fizyolojik, morfolojik ve metabolik süreçlerinde ciddi bozulmalar yaşar. Bu durum, ürünün hem miktarında hem de kalitesinde belirgin bir düşüşe neden olduğu belirtilmiştir. Atmosfer, toprak ve iklim koşulları gibi çevresel etkenler; aşırı sıcaklık veya soğuk, kuraklık, şiddetli rüzgarlar, radyasyon ve ışık şiddeti gibi etmenler abiyotik stres faktörlerine örnek olarak gösterilebilir. Biyotik stres faktörleri ise bitkilerin hayvanlar ya da mikroorganizmalar tarafından zarar görmesi olarak tanımlanır [20]. Topraklara atılan mineral madde, ağır metal ve asit içerikli çözeltiler çevrenin kirlenmesine neden olduğu gibi aşırı pestisit kullanımı da ağır metal birikimine, mineral ve asitlik olaylarının artmasına sebep olmaktadır. İnsan sağlığını, biyoçeşitliliği ve doğayı gözetten tarımsal üretim modellerine geçilmesi, zehirsiz ve doğa dostu üretim biçimlerinin desteklenmesi gerekmektedir. Tarım zehirleri olarak bilinen pestisitlerin insan sağlığı, tarımsal üretimi, biyolojik çeşitlilik ve çevre üzerindeki uzun vadeli etkilerinin bütünsel olarak değerlendirilmesi artık bir zorunluluktur. Eğer sağlığınıza, canlılara ve çevreye zarar veren pestisitlerin bu şekilde kullanımına devam edilirse, açlığı önlemek yerine tarım topraklarının verimliliğinin azalmasına, ekosistemin zarar görmesine ve dolayısıyla açlığa yol açılması kaçınılmaz olacaktır. Homeopatik ilâçların ultra yüksek dozlarda seyreltilmesi çeşitli amaçlara yönelik güvenle kullanılabilir. Bu uygulamalar; tohum çimlendirme, toprak sağlığının iyileştirilmesi, fidelerin büyümesi, çiçeklenme, meyve verimi, hastalıklara karşı koruma ve çevresel streslerin üstesinden gelme v.b. olarak sıralanabilir. Ancak, bu remedileri kullanmadan önce gerekli önlemler (homeopatik ilâçların doğru seçimi, etki gücü, ilacın su ile uygun şekilde seyreltilmesi) alınmalıdır. Yanlış ilâç seçimi ise mahsuller üzerinde zararlı etkiler gösterebilir. İlâçların su ile daha yüksek oranda seyreltilmesinin (1:500 veya 1:1000) bitkiler için daha etkili olduğuna inanılmaktadır. Agrohımeopati, doğru ilâç seçimi ve etki gücü ile kimyasal gübre ve insektisit girdi maliyetlerini düşürerek çiftçilerin gelirini artırabilecek, böylece etkili ve çok uygun maliyetli bir alternatif olabilir. Agrohımeopati, tarımsal araştırmalardaki en yeni yaklaşımlardan biridir.

Son yıllarda yapılan çeşitli bilimsel çalışmalar, güçlendirilmiş homeopatik preparatların bitkilerin fizyolojik aktivitelerini etkileyebileceğini göstermiştir. Bitkilerdeki enzimatik aktivitelerin oranını, toplam şeker, protein ve klorofil içeriğini değiştirebildiği gözlemlenmiştir. Biyotik ve abiyotik streslerin bir dereceye kadar ortadan kaldırılması da homeopati kullanımı ile sağlanabilir. Biyotik stres durumunda çeşitli homeopatik ilâçların antifungal, antimikrobiyal, antiinsektisidal vb. aktiviteleri rapor edilmiştir. Bazen diğer abiyotik stres (tuz stresi, kuraklık stresi, soğuk stresi, metal toksisitesi, mekanik hasarlar vb.) mücadele yönetimleri daha maliyetli ya da daha az etkili olabilir. Ancak, homeopatik ilâçların uygun seçimi, çeşitli ürün türlerinde abiyotik stres toleransı açısından uygun maliyetli ve çok verimli olabilir. Bunu için Christian Friedrich Samuel Hahnemann'ın *Similia* prensibi bitkisel tedavi modelinde son derece önemli olduğu bildirilmiştir [21]. Prieto Méndez vd. [22], homeopatinin muhtelif bitkisel ürünlerde uygulanabilir olduğu, kullanımı ile ürünlerin verimini, ikincil metabolitlerin (kumarinler, alkaloidler, fenilpropanoidler) üretimini, tıbbi bitki türlerinde besinlerin emilimini, büyümesini ve tuz stresine karşı toleransı artırdığı belirtmişlerdir. İnsan ve hayvan sağlığına yönelik terapötik tedavilerin çeşitli bitkisel ürünler için de önemli olduğu belirtilmiştir. Homeopatik dinamizasyonlar, maddenin parçalanması ve nükleer yıkım olmaksızın gerçekleşen radyasyon ilkelerine dayanmakta; bu süreç, küçük parçacıklar üzerindeki mekanik etki ve dinamik etkinliğe sahip inert (nötr) maddelerin ilavesiyle, elektromanyetik dalgaların frekans, dalga boyu ve genlik yasalarına uygun şekilde ilerlemektedir [23]. Homeopatik preparatlar, toprağa ve/veya bitki yapraklarına uygulanabilmektedir [24]. Bu uygulamalar, tıbbi bitkilerin birincil ve ikincil metabolitleri üzerinde etkili olarak biyoaktif bileşiklerin üretiminde artışa ya da azalışa neden olabilir; böylece bitkinin fitokimyasal yapısını değiştirebilir [25, 26]. Mattos vd. [27] yürütmüş oldukları bir çalışmada, domates (*Solanum lycopersicum*) bitkisinin *Rhizoctonia solani* patojenine karşı yanıtı, dinamize edilmiş yüksek seyreltmeler (30CH) ve silisyum bazlı bitki özütü uygulamaları kullanılarak değerlendirilmiştir. Uygulamalar arasında Silicea terra (ST), *Thuja occidentalis* (TO), *Equisetum arvense* (EA), *Equisetum arvense* yaprak özütü (LE) ve kontrol grubu (dinamize edilmemiş su) yer almıştır. Laboratuvar koşullarında yapılan biyolojik testlerde misel gelişimi, tohum çimlenmesi ve fide gelişimi incelenmiş; sera koşullarında ise çıkış oranı, kök ve sürgün gelişimi ile hastalık şiddeti değerlendirilmiştir. Ayrıca, yapraklarda flavonoid, fenolik bileşik, klorofil, karotenoid içerikleri ve kitinaz enzim aktiviteleri analiz edilmiştir. Sonuçlar, LE'nin *Rhizoctonia solani* misel gelişimini azalttığını; TO'nun ise fide canlılığı, kuru ağırlık ve bitki boyu üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermiştir. Sera denemelerinde TO ve ST uygulamaları çıkışı artırırken, ST kök gelişimini ve taze ağırlığı iyileştirmiştir. Hastalık şiddetinde ST, LE ve TO ile azalma gözlemlenmiştir. TO ve LE uygulamaları flavonoid içeriğini artırırken, TO, EA ve ST uygulamaları fenolik bileşik düzeylerini yükseltmiştir. Ayrıca, LE uygulaması endokitinaz (endochitinase) ve kitobiyosidaz (chitobiosidase) aktivitelerini artırmıştır. Bu bulgular, homeopatik seyreltmeler ve bitki özütlerinin domateste biyotik streslere karşı direnç artırıcı potansiyele sahip olduğunu göstermiştir. Pereira vd. [28] tıbbi bitki yetiştiriciliğinde homeopatik preparatları kullanarak bitkilerde fitokimyasal bileşenleri, uçucu yağ sentezini, fotosentez miktarını ve farmakolojik açıdan aktif bileşenlerin üretim potansiyeli üzerindeki etkilerini incelemiştir. Elde edilen bulgular, homeopatik uygulamaların bitkilerdeki terapötik özelliklere sahip çeşitli bileşiklerin (antioksidanlar, antimikrobiyaller vb.) üretimini artırabileceğini belirlemiştir. Bu yaklaşım, agroekolojik uygulamaları destekleyerek ve tıbbi bitki üretim zincirini genişleterek çiftçiler için erişilebilir ve sürdürülebilir bir yöntem sunmuştur. Ancak, homeopatik preparatların tıbbi bitkiler üzerindeki etkilerini ve özellikle ikincil metabolitler ile uçucu yağ üretimi üzerindeki etkilerini tam olarak anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu belirtmiştir.

6. Homeopatik İlaçların Seçimi

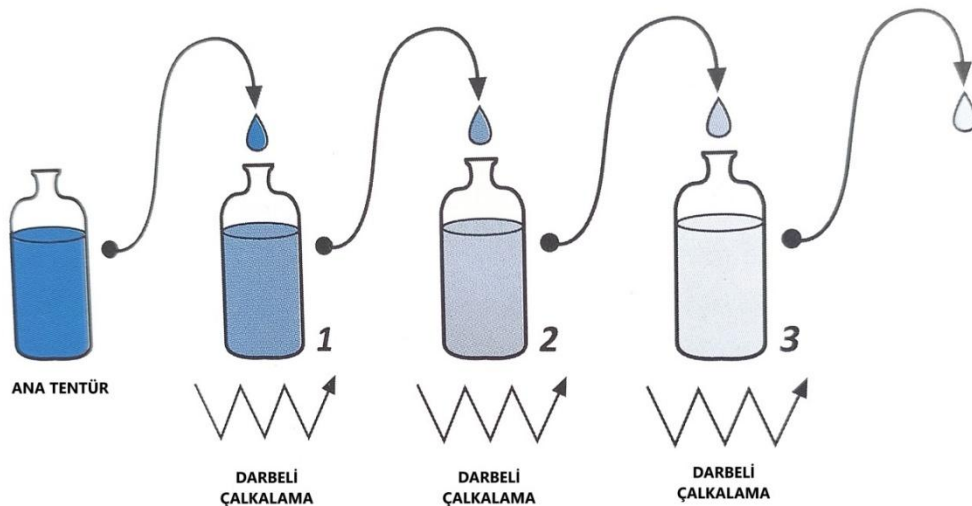
Homeopatik ilâçların sıvı ve tablet olmak üzere iki formu vardır. Agrohımeopati'de her iki ilâç formu da kullanılabilir. Homeopatik amaçlarla kullanılacak olan ilâçların hazırlanmasından önce 'proving' adı verilen bir süreçten geçilir. Bu süreç, homeopatik ilâç için kullanılan ham maddenin, yüksek dozlarda sağlıklı bireyler üzerinde uygulanmasıyla başlar. Uygulama sırasında meydana gelen tüm semptomlar

ayrıntılı bir şekilde kaydedilir. Sonrasında, homeopatik maddeden elde edilen seyreltik remediler, hastalık belirtileri gösteren gönüllülere tedavi amaçlı uygulanır ve uygulama sonrası elde edilen tüm veriler kaydedilir. Bu veriler, ‘Materia Medica’ ya da ‘Repertory’ olarak adlandırılır. Homeopatik Materia Medica’lar, homeopatik ilâçların özelliklerini tanımlayan kaynaklar olarak bilinirken, Homeopatik Repertuvar’lar ise bu ilâçların hangi belirtilerlerde kullanılabileceğini gösteren temel kaynaklardır. Proving aşamasını, ‘succussion’ adı verilen ikinci aşama takip eder. Bu aşamada kullanılacak olan homeopatik maddenin su, ispiroto, alkol, alkol-su karışımı gibi çözücülerle seyreltildiği aşamadır. Bu işlem sarsma olarak da bilinir ve yapılan seyreltmeler (sulandırmalar) logaritmik olarak gerçekleştirilir [29]. Homeopati kuramı dört temel prensip üzerine oturtulmuştur. Bunlar; benzerlik kuralı (similia similibus curantur), tek cins ilâç prensibi (unitas remedi), en düşük doz prensibi (dosis minima) ve remedi bilgisidir. Bitkilerin hücresel düzeydeki bileşenleri hayvanın ve insanın birçok hücresel öğelerine benzerlik göstermesiyle birçok alanda ortak olan homeopatik ilkelerin genel olarak uygulanabilir ve etkili olmasını mümkün kılmakta. Ayrıca, bitkilerin primer metabolitleri bizzat sentezleyebilmeleri, hayvanlardan ve insanlardan farklı olarak da sekonder metabolitleri üretebilmeleri nedeniyle bitkilerde uygulanacak olan agrohımeopatik remedilere daha hızlı cevaplar verebilmelerini sağlayacaktır.

7. Homeopatik Remedilerin Hazırlanması

İngilizce’de ‘remedy’ olarak bilinen kelime, Türkçe’de ‘çare veya deva’ anlamlarına gelmekte. Homeopatik remediler, kimyasal ilâçlardan hem hazırlanış biçimi, hem etkileri, hem de diğer birçok özellikleri açısından önemli farklılıklar gösterir. Doğada var olan her maddenin organizma üzerinde bir etki yapabileceği gerçeği ile ilâç olma potansiyeli taşır. Bu teoriden hareketle, homeopatik ilâç yapım kurallarına titizlikle uyularak hazırlanan doğal bir madde, yine çok katı kuralları olan ilâç denemelerinden geçtikten sonra ilâç olarak kabul edilir. Kabul görmüş remedi potensleri: **D veya X potens (Desimal)**: 1÷10 seyreltme; **C potens (Sentimal)**: 1÷100 seyreltme; **Q potens (Atom altı parçacık)**: 1÷50.000 olarak tasnif edilir. Remedi ne kadar seyreltilmiş ve dinamize edilmişse etkisi o kadar artmaktadır.

Potentizasyon (dinamizasyon) denilen seyreltme ve çalkalama işlemi sırasında seyreltme oranına bağlı olarak farklı etki gücünde (potens) homeopatik ilâç elde edilmektedir (Şekil 1). Homeopatik ilâçların doğrudan kullanımı ise olumsuz sonuçlara yol açabilir. İlaçlar su ile seyreltilmeli ve uygulamadan önce uygun şekilde karıştırılmalıdır. İlaçlar çeşitli oranlarda su ile seyreltilebilir: 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:5000 vb. daha yüksek seyreltmelerde taşıyıcının (alkol) etkisinin kalmadığı bildirilmiş. Dolayısıyla sadece ilacın öncü bileşiminin etkisi incelenebilir. Sukul vd. [30], 1:1000 seyreltmede alkol etkisinin ortadan kalktığını ancak homeopatik ilacın ana bileşeninin aktif olduğunu bildirmiştir.



Şekil 1. Tentürdeki ana bileşenden seyreltme ve dinamizasyon etkisiyle remedi hazırlama işlemi [14].

Homeopatide minimum kuralı çalışır yani küçük dozlarla maksimum etki elde edilir. Nitekim bazen 6 ila 200 kat arasında onda bir veya yüzde bir seyreltmeler kullanılır. Örneğin, bir ilâç C6 veya D6 olarak etiketlenmişse; C 1:100 seyreltmedir veya D 10:100'dür. 6 rakamı seyreltme sayısıdır. C6 etiketli bir ilâç hazırlamamız gerekiyorsa, önce bir bitkiden, bir mineral parçasından hatta küçük bir hayvan ya da böcek örneğinden elde ettiğimiz bir parçacık 1:100 alkol ile seyreltilir. Sonra yeni çözeltiden 1 parça alınıp tekrar 1:100 oranında seyreltilir. Ve böylece yoğun bir şekilde çalkalayarak 6 kez bu işlem tekrar edilir. Sonuç olarak, elde edilen ilâç o kadar az miktarda orijinal madde içerir ki, bunu kimyasal olarak belirlemek bazen imkansızdır. Prensip olarak hazırlanan remediden zarar gelmez ve sonuç çoğu zaman şaşırtıcıdır [31].

8. Sonuç

Bitkisel üretimde karşılaşılan ürün kayıpları önemli bir sorun teşkil etmektedir. Günümüzde dünya çapında, hasattan önce bitkilerde zarar yapan hastalıklar, zararlılar ve yabancı otların neden olduğu ürün kaybı yaklaşık %35'tir. Bu kaybın %14'ü zararlılardan, %11'i hastalıklardan ve %10'u da yabancı otlardan kaynaklanmaktadır. Hasattan sonra ise kuşlar, kemirgenler, böcekler vd. zararlı etmenler ortalama %14 (%10-20 aralığında) oranında ek zarara neden olmaktadır. Böylece, toplam ürün kaybı %50'yi bulmaktadır. Bu büyük kayıpların azaltılması için konvansiyonel tarıma alternatif olabilecek çevre dostu yöntemler hakkında araştırmalar yapılmalıdır. Araştırma sonuçları, endüstriyel tarımın sağlığa zararlı kimyasal maddeleri artan miktarda kullandığını ve tarımsal ürünlerin güvenilirliğini tehlikeye attığını somut verilerle göstermiştir. Agrohhomeopatik yöntemlerinin organik tarım modeline entegre edilmesiyle pestisitlerden uzak, sağlıklı gıda üretimi gerçekleştirilebilir. Bu yaklaşımın biyolojik çeşitliliği artıracığı, bitki sağlığını iyileştireceği, çevre kirliliğini azaltacağı ve hatta karbon emisyonunu %50 oranında düşürebileceği görüşü oldukça önemli ve heyecan vericidir. Agrohhomeopati, agroekolojik tarım modelinin ve dolayısıyla organik tarımın bir parçası olarak görülmektedir. Bu derleme makalesinde Agrohhomeopatik remedilerin bitkilerin bağışıklık sistemi üzerindeki uyarıcı etkisine dikkat çekilmektedir. Bitki savunma sistemleri ile agrohhomeopatik remediler arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen bilimsel çalışmalar sınırlıdır. Ancak, agrohhomeopati uygulamalarının bitki bağışıklık sistemini destekleyerek hastalık ve zararlılara karşı direnci artırabileceği yönünde pratik bilgiler ve deneyimler mevcuttur. Bu alanda daha fazla bilimsel araştırma yapılması, agrohhomeopatinin etkinliğini ve mekanizmalarını daha iyi anlamamıza yardımcı olacaktır. Agrohhomeopati, tarımsal üretimde ekosistemin dengesini sağlama, bitkilerin biyotik ve abiyotik stres koşullarına karşı savunmasında ucuz, doğal ve pestisitsiz çözümler sunması, daha sağlıklı ve ekolojik olarak temiz ürünleri piyasaya arz etme amacı taşımaktadır. Son 15-20 yılda, özellikle batı ülkelerinde agroekolojik tarımın yaygınlaşması ve insanoğlunun doğal beslenmeye olan talepleri doğrultusunda agrohhomeopatiye yönelik ilgi de artmış durumdadır. İyi tarım uygulamaları perspektifinde agrohhomeopatik remedi uygulamalarının bitkilerde stres belirtilerini azaltması, bitkilerin biyosfer ile daha iyi ve kalıcı adaptasyon sağlaması, verimliliği artırması gibi etkilere sahip olduğunu söyleyebiliriz. Uygun homeopatik ilâç seçimi ve etkili ilâç potansi kimyasal gübre ve insektisit girdi maliyetlerini aşağıya çekebilir böylece remediler çiftçilerin gelirini artırabilmede etkili ve düşük maliyetli bir alternatif olabilir. Bu uygulama tarımda yeni bir olgudur. Bir yandan, doğayı tahrip eden zararlı kimyasal tarımın alternatifi aynı zamanda organik tarımın gelişmesi için mükemmel bir seçenektir. Homeopatide ilâçlar potentizasyon yöntemlerle hazırlanır, ancak homeopatik ilâçların bitkisel doku düzeyindeki etkileri tam olarak anlaşılamamıştır. Homeopatik maddelerin etkileri, bazı araştırmacılara göre ancak kuantum fiziğiyle açıklanabilir. Homeopatik tedavi yöntemlerinin bilimsel kanıtlara dayandırılarak açıklanması, bilim camiası tarafından da kabul edilmesinin önünü açacaktır. Homeopatik uygulamalarının doğal olması, kalıntı bırakmaması, bitkilerin direncini artırması, maliyetin düşük olması gibi avantajları düşünüldüğünde agrohhomeopatik yöntemlerine eğilim zamanla artacaktır.

9. Beyanname

9.1 Çıkar Çatışması

Bu çalışmada herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

9.2 Yazarların Katkıları

Sorumlu Yazar Ertan AHMED: Yazar, çalışmanın tasarımı, veri toplama, analiz, yorumlama ve makalenin yazımı gibi tüm aşamalarında aktif rol almıştır.

9.3 Teşekkür

Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde beni her daim teşvik eden ve anlayışla destek olan sevgili eşim Hatice AHMED'e ve varlığıyla hayatıma anlam katan canım kızım Sueda AHMED'e en kalbi duygularıyla teşekkür ederim. Onların sevgisi ve manevi desteği, bu sürecin en kıymetli ilham kaynağı olmuştur. Ayrıca, çalışmanın çeşitli aşamalarında değerli katkılarını esirgemeyen, akademik rehberliği ve yapıcı önerileriyle yolumu aydınlatan danışmanım Sayın Doç. Dr. İhsan CANAN'a teşekkürü bir borç bilirim. Son olarak, araştırma süresince teknik destek sağlayan Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nde Arş. Gör. Gürkan PURLU beye minnettarlığımı sunmak isterim.

10. Kaynakça

- [1]Deprem, O. ve Yeşildere, T. (2017). *Kedi ve Köpeklerde Homeopatik Bakım*. Nobel Tıp Yayınevi, İstanbul, 14-24.
- [2]Kaya, S. (2013). *Veteriner Farmakoloji*. Cilt: 2, 5. Baskı Medisan Yayın Serisi:75, Ankara. 667-669.
- [3]Kızıl, Ö. ve Atam, S. (2016). Homeopati ve Veteriner Hekimlikte Homeopatik Tedavi Uygulamaları. *Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Veterinerlik Dergisi*, 30(3), 243-246.
- [4]Anonim (2020a). Aurum Projesi. <https://aurumproject.org.au/homeopathic-remedies-8200/>. Erişim Tarihi: 27.01.2025.
- [5]İlhan F. (2018). Homeopatiyle Sağlıklı Kalmak. *Journal of Traditional Complementary Medicine*,1(1): 29-34.
- [6]Anonim (2025a). Homeopati. <https://medipol.com.tr/tibbi-birimler/dahili-tip-birimleri/geleneksel-ve-tamamlayici-tip-integratif-tip/homeopati>. Erişim Tarihi: 17.01.2025.
- [7]Kutlu A. (2019). Homeopati Felsefesi: Organon. <https://www.feniksdergi.org/homeopati-felsefesi-organon/>. Erişim Tarihi:17.01.2025.
- [8]Haugen T. (2024). *Homeopati ile Gelen Sağlık*. Gece Kitaplığı Yayıncılık(1. Baskı), Ankara.
- [9]Ağaoğlu, A. (2019). Dünyada ve Avrupa'da Homeopatinin Durumu. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*,3(Özel Sayı): 74-84.
- [10]Hahnemann C. F.S. (2019). *Organon-İyileştirme Sanatı(Organon der Heilkunst)*. (İng. Çeviren: Nurten Özkoray), İletişim Yayıncılık A.Ş.(1. Basım), İstanbul.
- [11]Anonim (2025b). Homeopatide Klasik Dönem Araştırmacıları. <https://www.bghomeopathy.eu/classics.php>. Erişim Tarihi: 27.01.2025
- [12]Anonim (2012). Plasebo Etkisi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Plasebo_etkisi. Erişim Tarihi: 17.01.2025.
- [13]Varon T. (2019). Hande Özçırkıcı ile Bir Tedavi Yöntemi: Homeopati(Söyleşi). <https://dergi.salom.com.tr/haber-275>. Erişim Tarihi: 17.01.2025.
- [14]Mergan Ö. (2021). *Agrohımeopati-Bitki Zararlıları ile Mücadelede ve Hastalıkların Tedavisinde Homeopati*. Şenyıldız Yayıncılık(1. Baskı), İstanbul.
- [15]Tichavský R. (2008). *Organon de la Holohımeopatia*. Saltillo. Coahuila, Mexico: Quintanilla Editin, 2008.
- [16]Koestler A. (1967). *The ghost in the machine*. London: Hutchinson, 1967.
- [17]Di Lorenzo F., Dinelli G., Marotti I. and Trebbi G. (2021). Systemic Agro-Homeopathy: A New Approach to Agriculture. *OBM Integrative and Complementary Medicine*: 6(3): 20.
- [18]Dinler B., Gül V. (2022). *Bitkilerde Abiyotik Ve Biyotik Stres Yönetimi*. İksad Yayınevi, Ankara

- [19]Fujita, M., Fujita, Y., Noutoshi, Y., Takahashi, F., Narusaka, Y., Yamaguchi- Shinozaki, K., Shinozaki, K. (2006). Crosstalk between abiotic and biotic stress responses: a current view from the points of convergence in the stres signaling networks. *Current Opinion in Plant Biology*, 9(4), 436-442.
- [20]Kacar, B., Katkat, V., Öztürk, Ş. (2002). Bitki Fizyolojisi, Uludağ Üniv. *Güçlendirme Vakfı, Yayın*, (198), 493-494.
- [21]Sen S., Chandra I., Khatun A., Chaterjee S. and Sumanta Das S. (2018). Agrohımeopathy: An Emerging Field Of Agriculture For Higher Crop Productivity And Protection Of Plants Against Various Stress Conditions. *Research Gate Article*,5:(4):52-56.
- [22]Prieto Méndez, J., Prieto García, F., Hernández Pérez, A. D., Quijada Morales, L. M., Aquino Torres, A. and Acevedo Sandoval, O. A. (2021). Agrohımeopathy: New tool to improve soils, crops and plant protection against various stress conditions. *Avances en Horticultura-Review*.
- [23]Bonato, C. M., de Proença, G. T., Reis, B. (2009). Homeopathic drugs *Arsenicum album* and *Sulphur* affect the growth and essential oil content in mint (*Mentha arvensis* L.). *Acta Scientiarum-Agronomy*, 31(1),101-105.
- [24]Santos, F. M., Monfort, L. E., Castro, D. M., Pinto, J. E., Leonardi, M., & Pistelli, L. (2011). Characterization of Essential Oil and Effects on Growth of *Verbena gratissima* Plants Treated with Homeopathic Phosphorus. *Natural Product Communications*(6), 1-6.
- [25]Capra, R. S., Grato, A. S., Freitas, G. B., & Leite, M. N. (2014). Homeopathic preparations and crop environments through production and yield of quercetin on carqueja plants [*Baccharis trimera* (Less) DC.]. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 16(3), 566-573.
- [26]Verdi, R., Harthmann, O. E. L., Debarba, R. J., Giesel, A., & Parizotto, C. (2016). Desempenho de *Ocimum basilicum* L. sob Efeitos de Preparados Homeopáticos. *Cadernos de Agroecologia*, 11(2), 10-15.
- [27] Mattos A.P., Dinelli G., Marotti I., Felipe L., Boff M.I.C., Boff P. (2024). Effects of dynamised high dilutions and vegetal extract based on silicon on the growth and induction of resistance in tomato plants against *Rhizoctonia solani*. *Biological Agriculture & Horticulture*, 41(1), 13-34.
- [28]Pereira M. M. A, Martins A. D., Morais L. C., Dória J., Cavalcanti V. P., Rodrigues F. A., Pasqual M., Luz J. M. Q. (2019). The Potential of Agro-homeopathy Applied to Medicinal Plants—A Review. *Journal of Agricultural Science*. Vol. 11, No. 4.
- [29]Özpek A. Ö. ve Altıntaş L.(2019). Homeopatik Remediler. *Veteriner Farmakoloji ve Toksikoloji Derneği Bülteni*, 10(1): 31-39.
- [30]Sukul S., Mondal S. and Sukul N.C. (2012). Sepia 200 CH at 1:1000 Dilution Ameliorates Salt Stress in Cowpea Seedlings But Its Medium 90% Ethanol Proves İneffective At The Same Dilution. *International Journal of High Dilution Research*; 11(41): 237-246.
- [31]Anonim (2020b). Homeopatik İlaçlar Bahçede ve Sebze Bahçesinde Etkilidir. <https://www.sb.by/articles/zakon-podobiya.html>. Erişim Tarihi: 18.01.2025.



© 2020 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)



JOURNAL OF AGRICULTURAL BIOTECHNOLOGY

Volume: 6 | Issue: 01 | Year: 2025 | e-ISSN: 2757-6779

