

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**JAPONİCA, JAVANİCA VE İNDİCA TİPİ ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE HETERO
VE OTOTOKSİSİTE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

Achmad Yozar PERKASA

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2023**

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

JAPONİCA, JAVANİCA VE İNDİCA TİPİ ÇELTİK ÇEŞİTLERİNDE HETERO VE OTOTOKSİSİTE ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

Achmad Yozar PERKASA

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Khalid Mahmood Khawar BHATTİ

Ototoksosite ve heterotoksosite kaynaklı kök salgıları, mahsul verimini ve bitkilerin kalitesini düzenlemede önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmanın amacı, *Oryza sativa* L.'nin alt türleri olan İndica, Japonica ve Javanica'nın köklerinden sızan allelo kimyasalların hetero ve ototoksosite etkilerini belirlemek ve bunların 13 morfolojik özellik ve bazı fenolik asitlerin analizleri üzerindeki etkilerini kontrol etmekte olup, *in vitro* doku kültür koşullarında bitki büyümesi ve gelişmesi üzerine olan etkilerinin belirlenmesi olmuştur. Bu çalışmada kullanılan her 3 alt türün morfolojik ve kimyasal özellikleri üzerinde hetero ve ototoksitenin değişken etkileri izlenmiştir. Ne heterotoksosite ne de ototoksosite, çeltiğin çimlene yüzdelere önemli morfolojik özelliklerini veya ciddi ölümcül etkiler göstermişlerdir. Üç türün bir karşılaştırması yapılırsa, Japonica en az toksikti ve İndica en yüksek ve Javanica ikisinin arasında kaldığı izlenmiştir. İlk denemede Javanica'nın üç adet bitkisi ile birlikte İndica'nın 5 bitkisi yetiştirildiğinde tüm morfolojik karakterler için maksimum çöküntü kaydedilmiştir.

Japonica ve İndica'yı karşılaştıran ikinci deney, iki alt türün morfolojik nitelikleri üzerinde değişken öldürücü etkilerle hem ototoksosite hem de heterotoksosite için benzer gözlemler göstermiştir. İkisinin bir karşılaştırması yapılırsa, morfolojik özelliklerine düzensiz olumsuz bırakmıştır. Japonica'nın 7 bitkisi, tek bir İndica bitkisi ile yetiştirildiğinde Japonica türüne ait bitkiler maksimum toksisite göstermiştir. Bununla birlikte, kökler, sürgünler ve bitkinin kuru ağırlıkları bakımından 3 adet Japonica bitkisi ile 5 adet İndica alt türüne ait çeltik bitkilerin birlikte yetiştirildiğinde maksimum toksisite izlenmiştir. Ayrıca, Javanica ve Japonica ile yapılan üçüncü deney'den elde edilen sonucu, üç adet Japonica bitki ile yetiştirilen 5 Javanica bitkisinin birlikte büyüdüğünü, bitki sürgün uzunluğu, kök uzunluğu ve bitki uzunluğu üzerinde maksimum çöküntü izlenmiştir. Bununla birlikte, Javanica bitkisinin 6 bitkisi Japonica alt türünün 3 bitkisi ile birlikte yetiştirildiğinde, geri kalan parametrelerinde maksimum düşüş izlenmiştir.

İndica-Javanica, Japonica-İndica, Javanica ve Japonica, Japonica'nın üç adet setinin/takımının kullanıldığı deneyde, alt türlerin her birinin diğeri üzerindeki morfolojik performansları karşılaştırıldı, ilk takımda eşit sayıda bitki kullanıldıklarında toksik etkileri teşhis edilmiştir. Deneyin her takımında orta derecede morfolojik çöküntüsü izlenmiştir. Bu geçiş çöküntüsü, İndica bitkilerine kıyasla Javanica bitkilerinin sayısındaki her artışla azalma göstermiştir. Bu geçiş çöküntüsü, Japonica-İndica kullanıldığında düzensizdi ve Javanica-Japonica ile yapılan denemelerde her artış birbirinin üzerine bindirilen sayıdaki her artışla artmıştır. Bu geçiş etkisi en çok İndica-Javanica alt türleri ile yapılan denemelerde hassasiyet ile not edilmiştir. Fenolik asit bileşikler bakımından her 3 alt türün tek başına kullanırken ve İndica-Javanica, Japonica-İndica ve Javanica-Japonica karışımlar şeklinde kullanma fenolik bileşiklerin (benzoik asit, kafeik asit, cinnamik asit ve syringik asit) oranlarda değişim izletmiştir. Sonuçlar, eksplantlar tarafından salgılanan fenolik asitlerin miktarının tayını ile, bunlara karşı önlem almak için kullanılabilir. Elde edilen sonuçlar, doku kültürlerde eksplantlar üzerinde oluşan yaygın nekroz problemini çözmesini veya azaltmasını, ile eksplantların rejenerasyon potansiyelini artırılmasına yardımcı olacaktır.

Ocak 2023, 128 sayfa

Anahtar Kelimeler: Heterotoksosite, hplc, kimyasal analiz, morfolojik parametreler, ototoksosite

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

DETERMINATION OF HETERO AND AUTOTOXICITY EFFECTS IN SOME JAPONICA, JAVANICA AND INDICA TYPES OF RICE CULTIVARS

Achmad Yozar PERKASA

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Khalid Mahmood Khawar BHATTI

Autotoxicity and heterotoxicity induced root exudates plays an important role in regulating crop yield and the quality of plants. The aim of this study was to determine the effects of hetero and autotoxicity of allelo chemicals leaking from the roots of three sub species of *Oryza sativa* L. namely Indica, Japonica and Javanica and check their effects on 13 morphologic characteristics and some phenolic acids of these plants on their growth and development under *in vitro* conditions. Each of the sub species showed variable effects of hetero and autotoxicity on the morphological and chemical attributes of the three subspecies. Neither heterotoxicity, nor autotoxicity showed severe lethal effects on the morphological attributes of rice. If a comparison of the three species is made, the Japonica was least and the Indica was highly autotoxic. The Javanica lied in between the two. The maximum depression was noted for all morphologic characters, when 5 plants of Indica were grown with three plants of Javanica in the first experiment.

The second experiment compared Japonica and Indica, which showed similar observations for both autotoxicity, and heterotoxicity with variable lethal effects on the morphological attributes of the two subspecies. If a comparison between the two is made, the expression was irregular. Japonica was maximum toxic when the 7 plant of Japonica were grown with a single plant of Indica. However, dry weights of roots, shoots and plant showed maximum toxicity when the 3 plants of Japonica were grown together with 5 plants of Indica sub species.

The third experiment with Javanica and Japonica showed that 5 Javanica plants grown with three Indica plants were grown together, they showed maximum depression on plant shoot length, root length and plant length. However, rest of the parameters showed maximum depression when 6 plants of Javanica were grown together with 3 plants of Japonica subspecies.

The experiment made use of three sets of Indica-Javanica, Japonica-Indica, and Javanica-Japonica to compare the morpological performance of each of the subspecies on the other, it was found when equal number of plants were used they induced moderate depression in each set of the expreiment. This transitional depression decreased with each increase in number of Indica plants compared to Javanica plants. This transitional depression was irregular when Japonica-Indica were used and increased with each increase in number of Javanica-Japonica set. In terms of phenolic acid compounds, using all 3 subspecies alone and using Indica-Javanica, Japonica-Indica and Javanica-Japonica as mixtures showed a change in the ratios of phenolic compounds (benzoic acid, caffeic acid, cinnamic acid and syringic acid). Significant effects of auto and heterotoxicity were observed on plant growth parameters by using the seeds singley or in combination for auto or hetero toxicity of the respective *in vitro* grown plants. The results can be used to quantify phenolic acids secreted by explants and to counteract them. The results will help to solve or reduce the widespread necrosis issue on explants in tissue cultures, and to increase the regeneration potential of explants.

January 2023, 128 pages

Keywords: Autotoxicity, chemical analysis, heterotoxicity, hplc, morphologic parameters

TEŞEKKÜR

Bu tezin oluşmasında çalışmamı sağlayan ve her aşamasıda bana destek olan, zengin fikir, bilgi ve tecrübeleriyle bana yol gösteren çok değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Khalid Mahmood Khawar Bhatti'ye (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı) ve doktora çalışmam süresince bilgi ve desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen, önerileri ile her zaman araştırmamın başından sonuna kadar beni yönlendiren çok değerli hocam, Prof. Dr. Saime ÜNVER İKİNCİ KARAKAYA'ya (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Anabilim Dalı) sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca öneri ve bilgileriyle beni yardımcı olan ve çalışmanın ortaya çıkmasındaki her türlü destek ve katkılarından dolayı, çok değerli tez izleme komitesi ve Sayın Doç. Dr. Khawar JABRAN'a (Nigde Ömer Halis Demir Üniversitesi Bitkisel ve Teknolojileri Anabilim Dalı), çok teşekkür ederim.

Doktora eğitimim boyunca yardım, bilgi ve tecrübeleri ile bana sürekli destek olan Tarla Bitkileri Bölümündeki tüm hocalarıma ve idare personellerine teşekkür ederim.

Bu uzun yolda arkamda desteklerini hep benimle ve beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan bu hayattaki en büyük şansım olan canım anneme, Endonezya'daki aileme ve Gunadarma Üniversitesi (Universitas Gunadarma Depok) Tarım Teknolojisi Bölümü'ne ve benden her türlü desteklerini esirgemeyen merhum babama en içten duygularımla teşekkür ederim. Türkiye Bursları ile Doktora programına, finansal destek sağlayan Yurt Dışı Türkler ve Akraba Topluluklar Başkanlığı (YTB)'na de teşekkürlerimi sunarım.

Achmad Yozar PERKASA
Ankara, Ocak 2023

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Çeltik Kökeni ve Çeşitleri.....	2
1.2 Ilıman ve Tropikal Çeltiği	3
1.3 Ilıman Japonica Çeltiğinin Yetiştirildiği Bölgeler	4
1.4 Tropikal Javanica Çeltiğinin Yetiştirildiği Bölgeler	5
1.5 Proto İndica Kökenleri ve Yayılması	6
1.6 <i>O. Glaberrima</i> Kökenleri ve Yayılması.....	8
1.7 Asya ve Afrika'da Yetiştirilen Çeltiğin Evrimsel Yolları.....	9
1.7.1 <i>Oryza sativa</i> alt tür Japonica	10
1.7.2 <i>Oryza sativa</i> alt tür Javanica.....	11
1.7.3 <i>Oryza sativa</i> alt tür İndica.....	12
1.8 Türkiye’de Çeltik Durumu	13
1.9 Türkiye’de Çeltik Üretimi.....	15
1.10 Endonezya’da Çeltik Üretimi.....	16
1.11 Endonezya’da Çeltik Alanında Agroekolojik Bölge	19
1.12 Çeltik Yetiştiriciliğinde Yüksek Allelopatik ve Ototoksik Etkileri.....	21
2. KAYNAK ÖZETLERİ	26
2.1 Allelopati Olgusu ve Kavramı.....	26
2.2 Çeltik (<i>Oryza sativa</i> L.).....	27
2.3 Çeltikten Allelopatik Kimyasallardan Etkilenen Bitki.....	27
2.4 Allelopatik Etkileri Olan Bitkilerden Yayılan Aktif Bileşikler.....	30
2.5 Endonezya’da Ticari Olarak Yetiştirilen Çeltik	30
2.6 Çeltikteki Allelopatik Fenomen	32
2.7 Çeltikteki Allelokimyasalların Kategorileri	35
2.8 Bitkilerde Komşu Tespiti ve Allelokimyasal Tepki	35
2.9 Çeltik (<i>Oryza Sativa</i> L.) Türlerinin Çevresel Streslere	37
2.10 Allelopati İstenmeyen Bitkileri	39
2.11 Allelopati Fitotoksik Etkileri.....	42
2.12 Bitkilerinde Allelopati Ototoksik Reaksiyona	49
2.13 Alelopatinin Avantajları	55
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	58
3.1 Materyal	58
3.1.1 Çalışmada kullanılan her 3 alt türüne ait çeşitlerin özellikleri	58
3.2 Yöntem	61
3.2.1 Araştırmanın zamanı ve deneme tesisin özellikleri	61
3.2.2 Yüzey sterilizasyonu.....	61
3.2.3 Bitki büyüme ortamları ve düzenleyicileri	64
3.2.4 Tohum çimlendirilmesi ve kültür koşulları	64
3.2.5 Çimlenme çalışmaları	65

3.2.6 Bitkiciklerin büyütülmesi	65
3.3 Denemede İnceleme Morfolojik Özellikler	66
3.4 Fenolik Asit Miktarlarının Belirlenmesi	67
3.5 Verilerin Değerlendirmesi	68
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	70
4.1 Genel Araştırma Koşulları	70
4.1.1 Çalışma sırasında çeltik çimlenmesinin genel durumu	70
4.1.2 Tohum ortalama çimlenme oranı (TÇO %)	71
4.2 İndica ve Javanica Alt Türlerinin Ototoksisite ve Heterotoksisite Etkilerinin Belirlenmesi	74
4.2.1 Sürgün uzunluğu	76
4.2.2 Kök uzunluğu	77
4.2.3 Bitkicik uzunluğu	77
4.2.4 Toplam kökleri	78
4.2.5 Toplam yaprakları	78
4.2.6 Ortalama sap genişliği	78
4.2.7 Köklerin yaş ağırlığı	79
4.2.8 Yaprakların yaş ağırlığı	79
4.2.9 Bitkiciklerin yaş ağırlığı	80
4.2.10 Köklerin kuru ağırlığı	81
4.2.11 Yaprakların kuru ağırlığı	81
4.2.12 Bitkiciklerin kuru ağırlığı	81
4.2.13 Fenolik asit miktarlarının tayını	82
4.3 Japonica ve İndica Alt Türlerinin Ototoksisite ve Heterotoksisite Etkilerinin Belirlenmesi	83
4.3.1 Sürgün, kök ve bitkicik uzunluğu	85
4.3.2 Toplam kökleri, toplam yaprakları ve ortalama sap genişliği	86
4.3.3 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı ve bitkiciklerin yaş ağırlığı	87
4.3.4 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı ve bitkiciklerin kuru ağırlığı	88
4.3.5 Fenolik asit miktarlarının tayını	89
4.4 Javanica ve Japonica Alt Türlerinin Ototoksisite ve Heterotoksisite Etkilerinin Belirlenmesi	91
4.4.1 Sürgün uzunluğu	93
4.4.2 Kök uzunluğu	93
4.4.3 Bitkicik uzunluğu	94
4.4.4 Toplam kökleri	94
4.4.5 Toplam yaprakları	95
4.4.6 Ortalama sap genişliği	95
4.4.7 Köklerin yaş ağırlığı	96
4.4.8 Yaprakların yaş ağırlığı	96
4.4.9 Bitkiciklerin yaş ağırlığı	96
4.4.10 Köklerin kuru ağırlığı	97
4.4.11 Yaprakların kuru ağırlığı	97
4.4.12 Bitkiciklerin kuru ağırlığı	98
4.4.13 Fenolik asit miktarlarının tayını	98
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	100
5.1 Sonuçlar	103

5.2 Öneriler	106
KAYNAKLAR	109



SİMGELER DİZİNİ

%	Yüzde
<	Küçüktür
=	Aynen, eşitlik simgesi
±	Artı eksi
°C	Derece
Ca	Kalsiyum
cm	Santimetre
Cu	Bakır
Da	Dekar
g	Gram
Ha	Hektar
K	Potasyum
Kg	Kilogram
M ²	Metrekare
Mg	Magnezyum
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Millimetre
Mn	Mangan
N	Azot
Na	Sodyum
P	Fosfor
pH	Değerleri 0 ila 14 arasında değişen ve 7'nin nötrlüğü temsil ettiği, 7'den küçük sayılar asitliği ve 7'den büyük sayılar alkaliliği artıran bir ölçekte asitliği veya alkaliliği ifade etmek için kullanılan bir sayı
Zn	Çinko
α	Alfa
β	Beta
μ	Mikro
ϕ	Phyton/Kuantum

Kısaltmalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AC	Aktif Karbon
APX	Askorbat Peroksidaz
AsA	Antioksidatif Bileşikler Askorbat
ATP	Adenosine Triphosphate
BALITPA	Balai Penelitian Tanaman Padi (Endonezya Çeltik Araştırma Merkezi)
BPH	Kahverengi Bitki Bitkisinin
BCE	Before Common Era
BPS	Badan Pusat Statistik (İstatistik Endonezya)
BR	Brassinosteroid
CAT	Katalaz
DDK	Dehidrokavain

DEG	Farklı Şekilde İfade Edilen Genler
DHAP	Dihidroksi-Asetofenon
DHK	Dihidro kavain
dk	Dakika
DNA	Deoxyribonucleic Asit
EBR	Epibrassinolid
FA	Ferulik Asit
FAO	Food and Agriculture Organization
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
GI	Çimlenme İndeksini
GGPP	Geranil Geranil Difosfattan
GSH	İndirgenmiş Glutasyon
GST	Glutasyon S-Transferaz
HPLC	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
IAA	Indole 3 Acetic Asit
IRRI	International Rice Research Institute
ISTA	International Seed Testing Association
MAPK	Mitojenle Aktive Olan Protein Kinaz
MÖ	Milattan Önce
NERICA	Afrika için Yeni Çeltik
NO	Nitrik Oksit
OJIP	Chlorophyll Fluorescence Induction
PAL	Fenilalanin Amonyak Liyaz
PDA	Fotodiyot Düzen Detektör
POD	Peroksidaz
PS II	Fotosistem II
rRNA	Ribozomal RNA
RNA	Ribonucleic Asit
ROS	Reactive Oxygen Species/Türleri
SA	Salisilik Asit
SSR	Basit Dizi Tekrarları
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
USDA	Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (United States Department of Agriculture)
UPLC-MS	Ultra Performanslı Sıvı Kromatografi Tandem Kütle Spektrometrisi
SNP	Tek Nükleotid Polimorfizmi
vd	ve diğerleri
vb	ve benzeri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 <i>Oryza</i> türlerinin genomunun (AA) coğrafi dağılımı	2
Şekil 1.2 Asya'daki beş ana çeltik alt popülasyonunun mevcut dağılımı	3
Şekil 1.3 Asya'da Japonica (syn. Sinica) çeltiğinin düşünülen/önerilen dağılım haritası. 4	
Şekil 1.4 Gen merkezi teorisine dayalı Asya ve Okyanusya <i>O. sativa</i> 'nın kökeni ve dağılımı	6
Şekil 1.5 Asya'daki indica çeltiğinin önerilen dağılım haritası.....	7
Şekil 1.6 <i>O. glaberrima</i> yerel Afrika çeltiğinin domestikasyon alanları	8
Şekil 1.7 Asya ve Afrika'da yetiştirilen çeltiğinin evrimsel yolları	10
Şekil 1.8 Çeltiğin Japonica alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidi.....	11
Şekil 1.9 Çeltiğin Javanica alt türüne ait Çilamaya Munçul çeltik çeşidi.....	11
Şekil 1.10 Çeltiğin Indica alt türüne ait Baroma çeltik çeşidi.....	12
Şekil 1.11 Japonica, Javanica, ve Indica çeltik alt türleri arasında farklılık gösteren daneler ve salkımlar.....	13
Şekil 1.12 Türkiye’de çeltik tarımına potansiyel uygun alanlar haritası	15
Şekil 1.13 Türkiye’de çeltik üretimi haritası	16
Şekil 1.14 Endonezya’da mahsul izleme: 1. çeyrek Ç1 2022'deki çeltik ile ilgili genel bitki örtüsü durumu	17
Şekil 1.15 Endonezya’da ilk en fazla çeltik yetiştirici yapan 10 adet ilde haziran-nisan 2021 ve ocak-nisan 2022'deki değişiklikler.....	18
Şekil 1.16 Endonezya’da aylık toplam hasat edilen alan (milyon hektar) 2019-2022 ve hasat edilen çeltik alanı (2021-2022) milyon hektar olarak	19
Şekil 1.17 Endonezya'da çeltik tarım ekolojik bölgesinin dağılımı.....	20
Şekil 1.18 Endonezya'da her çeltik tarım alanının verimliliği.....	21
Şekil 3.1 Japonica alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidi, Javanica alt türüne ait Çilamaya Munçul çeşidi ve Indica alt türüne ait Baroma çeşidine ait tohum örnekleri..	58
Şekil 3.2 Japonica alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidine ait tarlada çeltik bitkileri ve dane örnekleri.....	59
Şekil 3.3 Javanica alt türüne ait Çilamaya Munçul çeltik çeşidine ait tarlada çeltik bitkileri ve dane örnekleri	60
Şekil 3.4 Indica alt türüne ait Baroma çeltik çeşidine ait tarlada çeltik bitkileri ve dane örnekleri.....	61
Şekil 3.5 Çeltik çeşitlerine yüzey sterilizasyon sağlanması.....	62

Şekil 3.6 Her 3 adet İndica, Javanica ve Japonica ait türüne deneme, üç tekerrürlü olup 27'er Petri® kutuları ile oluşturulmuş olup, 81 Petri® kutuları ile tamamlanmıştır.	63
Şekil 3.7 Petri® kutularına 8'er adet tohum kombinasyonu kullanılmıştır.	63
Şekil 3.8 Bitki büyüme ortamları ve düzenleyicileri.	64
Şekil 3.9 Tohum çimlendirilmesi ve kültür koşulları	65
Şekil 3.10 Çimlenme çalışmaları	65
Şekil 4.1 İndica alt türüne ait kontrol 1 ve Javanica alt türüne ait kontrol 2sine ait bitkileri	74
Şekil 4.2 4 adet İndica ve 4 adet Javanica alt türlerin birlikte yetiştirildiği kontrol 3	75
Şekil 4.3 Sırasıyla kontrol 1 (İndica), kontrol 2 (Javanica), ve kontrol 3 (İndica+Javanica alt türleri)	75
Şekil 4.4 Japonica alt türüne ait kontrol 1 ve İndica alt türüne ait kontrol 2sine ait bitkileri	83
Şekil 4.5 4 adet Japonica ve 4 adet İndica alt türlerin birlikte yetiştirildiği kontrol 3 ...	84
Şekil 4.6 Sırasıyla kontrol 1 (Japonica), kontrol 2 (İndica), ve kontrol 3 (Japonica+İndica alt türleri)	84
Şekil 4.7 Javanica alt türüne ait kontrol 1 ve Japonica alt türüne ait kontrol 2sine ait bitkileri.....	91
Şekil 4.8 4 adet Javanica ve 4 adet Japonica alt türlerin birlikte yetiştirildiği kontrol 3	92
Şekil 4.9 Sırasıyla kontrol 1 (Javanica), kontrol 2 (Japonica), ve kontrol 3 (Javanica+Japonica alt türleri)	92

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 <i>Oryza sativa</i> 'nın üç alt türünün ayırt edilebilir karakteristik farklı alt türleri.	13
Çizelge 3.1 <i>Oryza sativa</i> alt tür japonica'nın Tarabas çeşidinin özellikleri	59
Çizelge 3.2 <i>Oryza sativa</i> alt tür javanica'nın Çilamaya Munçul çeşidinin özellikleri.....	59
Çizelge 3.3 <i>Oryza sativa</i> alt tür indica'nın Baroma çeşidinin özellikleri	60
Çizelge 4.1 (a) Indica + Javanica alt türlerini karıştırarak elde edilen bitki çimlenme oranları (%) (b) Japonica + Indica, alt türlerini karıştırarak elde edilen bitki çimlenme oranları (%) (c) Javanica + Japonica alt türlerini karıştırarak elde edilen bitki çimlenme oranları (%).	72
Çizelge 4.2 Sürgün, kök ve bitkicik uzunlukları üzerine Indica + Javanica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	77
Çizelge 4.3 Toplam kökleri, toplam yaprakları ve ortalama sap genişliği üzerine Indica + Javanica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi.....	79
Çizelge 4.4 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı ve bitkiciklerin yaş ağırlığı üzerine Indica + Javanica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	80
Çizelge 4.5 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı, bitkiciklerin kuru ağırlığı üzerine Indica + Javanica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	81
Çizelge 4.6 Indica ve Javanica alt türlerinin kök salgılarından Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste etkilerinin derecesinin belirlenmesi	82
Çizelge 4.7 Sürgün, kök ve bitkicik uzunlukları üzerine Japonica + Indica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	86
Çizelge 4.8 Toplam kökleri, toplam yaprakları, ortalama sap genişliği üzerine Japonica + Indica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi.....	87
Çizelge 4.9 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı, bitkiciklerin yaş ağırlığı üzerine Japonica + Indica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	88
Çizelge 4.10 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı, bitkiciklerin kuru ağırlığı üzerine Japonica + Indica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	89

Çizelge 4.11 Japonica ve İndica alt türlerinin kök salgılarından Benzoik asit, Kafeik asit, Cinnamik asit ve Syringik asit miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste etkilerinin derecesinin belirlenmesi	90
Çizelge 4.12 Sürgün, kök ve bitkicik uzunlukları üzerine Javanica + Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	94
Çizelge 4.13 Toplam kökleri, toplam yaprakları, ortalama sap genişliği, Javanica + Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi.....	95
Çizelge 4.14 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı, bitkiciklerin yaş ağırlığı Javanica + Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	97
Çizelge 4.15 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı, bitkiciklerin kuru ağırlığı Javanica+ Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi	98
Çizelge 4.16 Javanica ve Japonica alt türlerinin kök salgılarından Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste etkilerinin derecesinin belirlenmesi	99

1. GİRİŞ

Çeltiğinin global nüfusunun > %50'sinin temel gıda maddesi olarak kullanımı ve genel olarak Güneydoğu/Güney Asya ülkeler dahil farklı bölgelerinde tarım yapılmaktadır. Çeltiği yetiştiriciliğinde gittikçe fazla miktarda pestisitler kullanılmaktadır. Pestisitlerinde arsenik bulunmaktadır. Gittikçe fazla oranda pestisidlerin kullnımla diğer tahıl bitkilerine göre arsenic minerali daha fazla miktarda akümüle edilmektedir. Bu durum tüketimi için çok fazla olan çeltiği, bir gıda maddesi olarak kullanımda tehlikeli unsur oluşturmaktadır (Meharg vd. 2009).

Çeltik bitkisinde zengin bakır ve diğer mineralleri, niasin (vitamin B3) vb, protein, karbonhidrat, içermektedir. Bu sebeple bir çok ekim yapılan Asya ve diğer ülkede en önemli ekin olarak Kabul edilmektedir. Poaceae ailesine ait çeltik bitkisinde (2n = 24 kromozom) 347 cins ile > 2239 adet takson bulunmaktadır (Ghosh vd. 2016, USDA 2022).

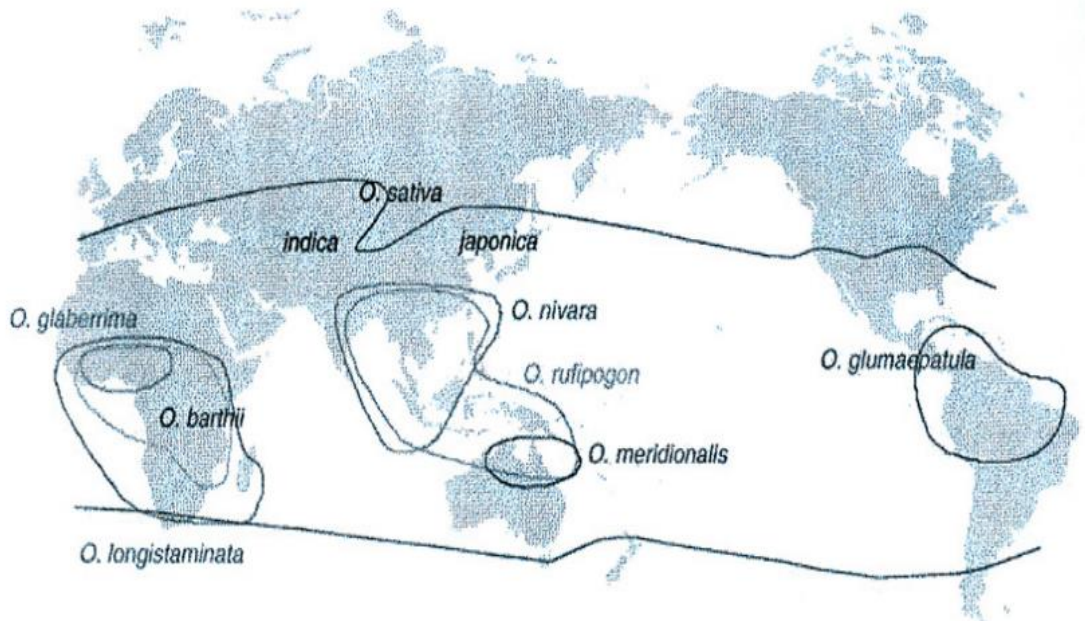
Çeltik tahıllar arasında sindirimi bakımından en kolay olan protein içermektedir. Tüketilen her tür ve alttüre ait bitkilerde yüksek miktarda lifleri, vitamin D, riboflavin, tiamin, niasin, kalsiyum ve demir, ve karbonhidrat başta olmak üzere bulunmaktadır. Tüm çeltik tür ve alt türlerine ait çeşitleri glutensiz olduğu için, gluten alerji taşıyan kişilere dengeli besin sağlanmasında yardımcı olmaktadır. Yapısında sodyum, yağ ve kolesterol, bulunmadığından hipertansiyon hastaların tüketimi için uygundur (Dahiya ve Saini 2016).

Dünyada üretilen çeltiğin yaklaşık %85-90'i doğrudan insanlar tüketilmekte olup, Asya ülkelerinde yetiştirilmektedir. Çeltik üretiminde dünyada başı çeken Çin, Japon, Hindistan, Filipinler, Endonezya, Kamboçya, Pakistan, Nepal, Bangladeş, Myanmar, Bhutan, Tayland, Taivan, Laos, Vietnam, İtalya ve Türkiye (Marmara ve Orta Karadeniz Bölgeleri) gibi ülkelerde çeltik, yerel halkın başlıca gıda kaynağıdır. Bu ülke ve bölgelerde çeltiği tam veya kısmen temel besin kaynağını oluşturmaktadır (Awika 2011, FAO 2017).

1.1 Çeltik Kökeni ve Çeşitleri

Yaklaşık 10.000 yıl önce bitki yetiştiricinin başlanması ile bu yana çeltik, insan beslenme ihtiyaçlarına karşılaştırmaktadır ve çeltik ıslah çalışmaları sürekli devam etmektedir (Priyadarshan, 2019). Bu sırasında, verimi artırmak için yabani türlerden bazı ekotipler seçilmiş olup, insan yabani türlerin büyüdüğü coğrafi bölgelere göç ederken taşınmıştır (Vaughan vd. 2003). Yetiştirilen çeltiğin 1. tür *Oryza sativa*, Asya'da *O. rufipogon*'dan ve 2. Tür *O. glaberrima*, Afrika'da *O. barthii*'den geliştirilmiştir. Çeltik bitkisinin güney Asya ülkeler'de yabanıl *Oryza nivara* ve *O. rufipogon* den ilk domestikasyon ile elde edilen çeşitlerin BCE (Ortak Dönemden Önce) 1500 - 2000 yılları arasında Çin/Japon'da syn *O. sativa* alt tür japonica syn. (*O. Sativa* alt tür sinica), Pakistan ve Hindistan'da *O.sativa* alt tür Indica ve Endonezya'da *O. sativa* alt tür Javanica birbirinden bağımsız olarak tarım yapıldığı bildirilmektedir.

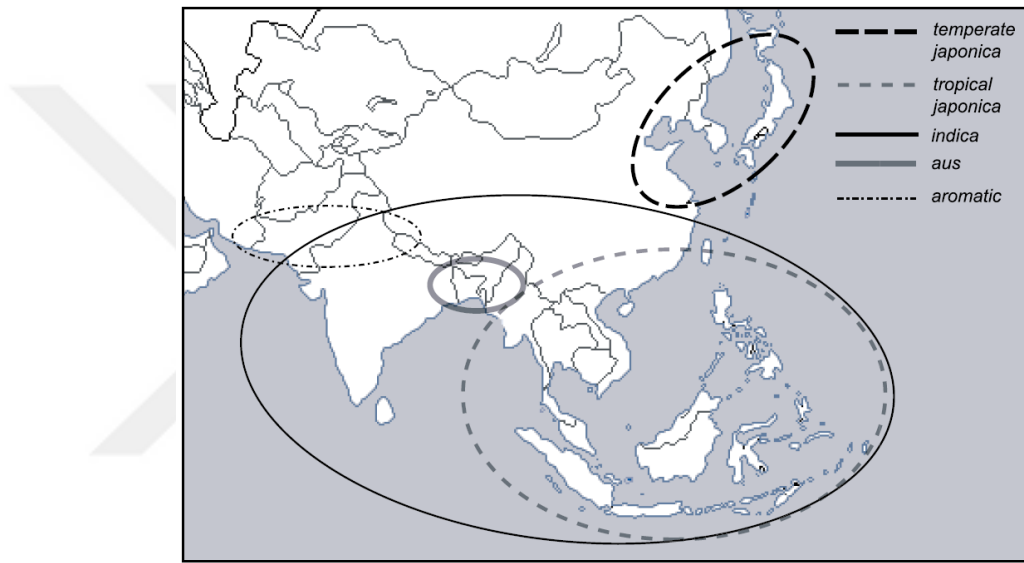
300 BCE (Ortak Dönemden Önce) yıllarında Japonya'da yayılım gösteren çeltik *O. sativa* alt tür japonica son 600 yıl içerisinde Avustralya, Güney Amerika, Akdeniz ülkelerde ve Batı ve Kuzey Afrika ile başlayarak çok farklı coğrafyalara naturalize olmuştur- adpte edilmiştir (Juliano 1993, Fuller 2011, Silva vd. 2015).



Şekil 1.1 *Oryza* türlerinin genomunun (AA) coğrafi dağılımı (Ashikari ve Matsuoka 2006)

1.2 Ilıman ve Tropikal Çeltiği

O. sativa'nın popülasyon yapısı ile ilgili olarak daha ayrıntılı konuşursak, iki adet İndica (İndica ve Aus) ve üç adet Japonica (ılıman, tropikal ve aromatik Japonica) olmak üzere beş adet ortak özellikleri olan ayırma çeltik grup tespit edilmiş ve bilinmektedir (Doi vd. 2008, Asano vd. 2011). Japonica alt türü çeltiğinin en önemli ekolojik türlerinden biridir, Japonica alt türü agronomik ve stres direnci, soğuğa tolerant ve tohum kalitesi gibi fizyolojik özellikler bakımından İndica alt türünden önemli ölçüde farklılık göstermektedir (Guo vd. 2015).

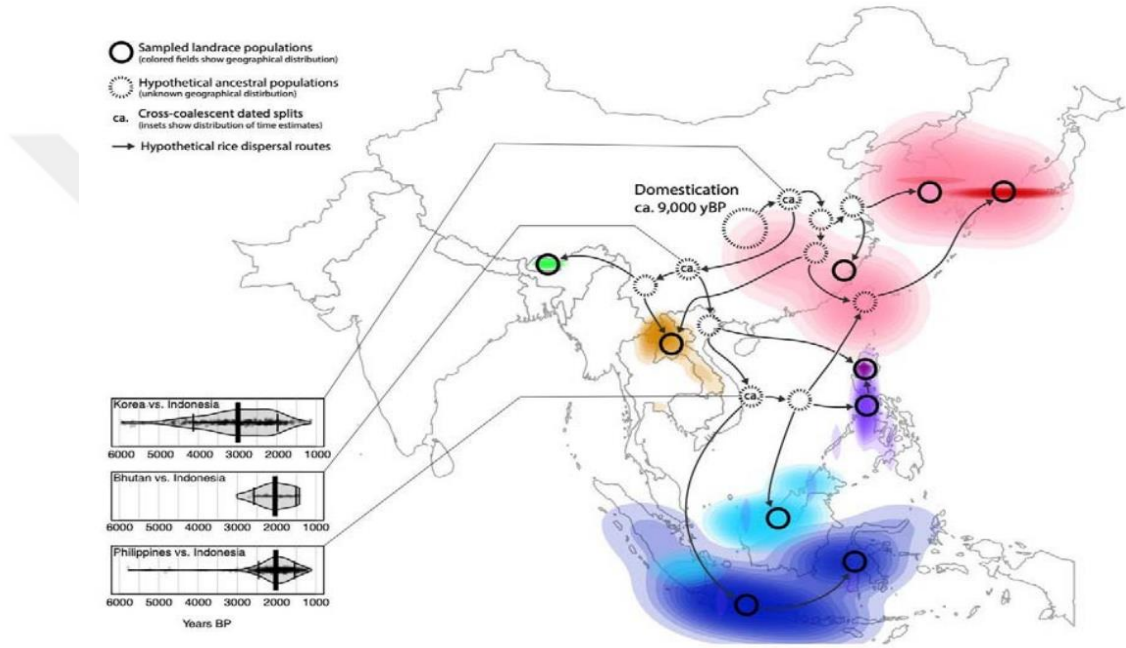


Şekil 1.2 Asya'daki beş ana çeltik alt türünün mevcut dağılımı (Sweeney vd. 2007)

Tropikal Japonica türleri, İndica türlerine kıyasla dar genetik çeşitlilikleriyle yansıtılan genetik olarak yakındır (Garris vd. 2005). Ilıman Japonica tarafından gösterilen daha büyük standartlaştırılmış aleller ve daha yüksek mutasyon oranları nedeniyle ılıman Japonica'nın tropikal Japonica'dan türetildiği hipotezini öne sürmektedirler. Dolayısıyla, ılıman Japonica'da tropikal Japonica çeşitlerine göre daha dar çeşitlilik, sırasında daha yoğun seçim sürecine bağlanabilir (Izawa vd. 2009). Ayrıca, ılıman bölgelere adaptasyonunun, ekiminin kuzey Asya'ya, eskiden büyüdüklerinden daha serin bölgelerde yayılmasından kaynaklanabileceğine inanılmaktadır. Ilıman Japonica çeltiği, daha kısa büyüme mevsimlerine kademeli olarak adapte olmuştur, daha uzun günlerde çiçeklenerek yaz mevsimlerinde ekilmektedir ve daha soğuk bölgelerin kışlarından kaçınılmaktadır (Naranjo vd. 2014).

1.3 Ilıman Japonica Çeltiğinin Yetiştirildiği Bölgeler

Japonica alt trü çeltiğinin güneyden kuzey Çin'e taşındığına ve ılıman Japonica alt türüne domestikasyona inanılıyor. Ayrıca Güneydoğu Asya'nın güneyine ve oradan Batı Afrika ve Brezilya'ya taşındığı ve tropikal ekotip haline geldiğine inanılmaktadır. Japonica çeltiği şu anda sulanan, yağmurla beslenen ovalar, yağmurla beslenen yüksek araziler ve sele eğilimli ekosistemler gibi çeşitli yetiştirme koşulları altında 53°Kuzey ve 36°Güney enlemleri arasında yetiştirilmektedir (Khush 1997).



Şekil 1.3 Asya'da Japonica (syn. Sinica) çeltiğinin düşünülen/önerilen dağılım haritası (Rafal vd. 2019)

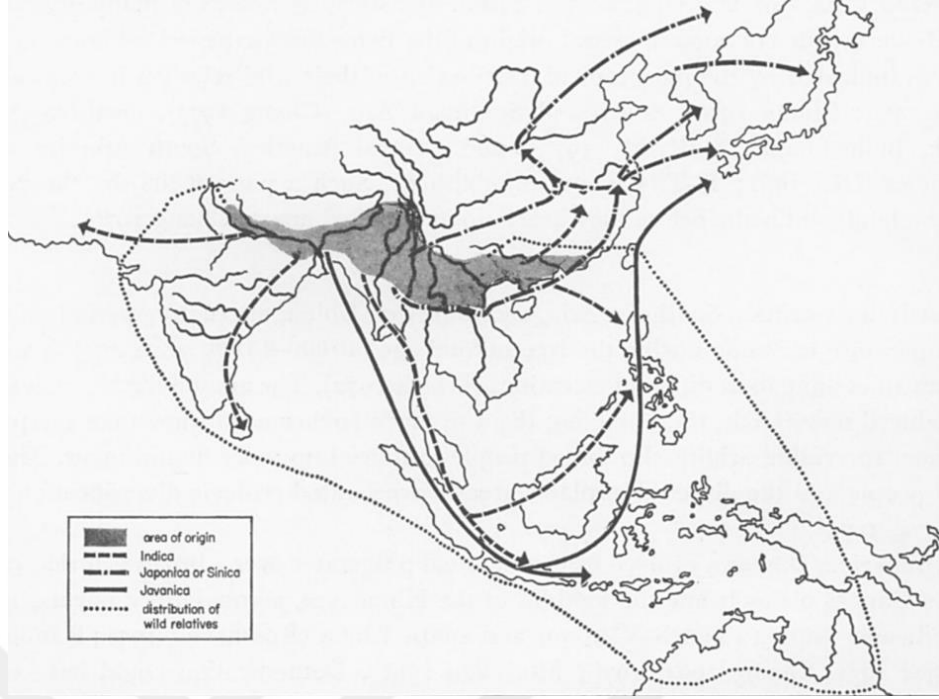
Asya'da Japonica (syn. Sinica) alt tür çeltiğinin önerilen dağılımı haritada gösterdiği gibi (Şekil 1.3), Japonica için oluşturulan harita, K=8 ayrı alt popülasyon içermektedir. Alt popülasyonların coğrafi dağılımları, renkli, iki boyutlu çekirdek yoğunluk alanları olarak temsil edilmiştir. Kalın daireler, katı grafiklerindeki yapıları temsil eder, kesin coğrafi konumları belirsizdir. Karışık olmayan alt popülasyonlar arasındaki bölünmüş zamanların dağılımı, tüm k seviyelerinde özetlenen ve keman grafikleri olarak sunulan çapraz birleşme tahminlerinden oluşturulmuştur. Oklar, varsayımsal dağılım yollarını göstermektedir (Rafal vd. 2019).

Ilıman Japonica alt tür çeltiği dünya çeltik üretiminin %20'sini oluşturmaktadır (Jena vd. 2012). Ilıman Japonica alt tür çeltiği, tropikal bölgelerden daha düşük sıcaklıklar ve daha uzun günlerle karakterize edilen yüksek enlemlerde yetiştirilmektedir. Mahsul sadece sıcaklıkların uygun olduğu yaz mevsimlerinde mümkündür. Bu koşullar, özellikle daha fazla güneş ışığı saatleri, mahsul büyümesi ve 10 ton ha⁻¹ in üzerine kolayca ulaşabilen verim için uygundur (bazı durumlarda verim tropikal İndica alt türünden ikiye katlamaktadır). Ilıman Japonica alt tür çeltiği şu anda Avustralya, Şili, Kuzeybatı Çin, Mısır, Kuzey Kore, Rusya, Uruguay, Kazakistan, Özbekistan ve ABD'nin bazı coğrafi farklı bölgelerde yetiştirilmektedir. Çin'de ılıman Japonica alt tür çeltiğinin ekili alanı, ulusal üretimin %45'inden fazlasını oluşturan verimle birlikte artmaktadır (Guo vd. 2015). Ilıman Japonica alt tür çeltiği, Çin, Laos, Myanmar ve Vietnam'daki Yunnan ve Guizhou eyaletleri gibi yüksek rakımlı dağlık alanlarda da yetiştirilmektedir (Lu vd. 2009).

1.4 Tropikal Javanica Çeltiğinin Yetiştirildiği Bölgeler

Long vd. (2022) Javanica olarak da adlandırılan tropikal Japonica alt tür, güneydoğu ve doğu Asya, Latin Amerika ve Afrika'daki yerliler tarafından ekildi ve Endonezya'nın uzun, büyük ve kalın taneli bulu (kılçıklı) çeşitleriyle temsil edilmektedir. Bununla birlikte, bu yerel türler, yeterli dikkat gösterilmediği için yok olma eşiğindedir. Bu yerel türleri ıslah edilerek ve hem morfolojik hem de moleküler karakterizasyon ile büyük taneli yeni çeşitlerin geliştirilmesi mümkündür. *Oryza sativa* ssp. Javanica, *O. sativa* ssp Japonica alt tür dan uzun ve geniş taneler sergileyen bir yerel türdür (Eizenga vd. 2019).

Javanica Filipinler'deki kuzey Luzon'un kuzey Cagayan Vadisi'nde Andarayan açık alanından bulunmuştur. Bu çeltiğin ekili çeltik ile yakın akrabaları arasında orta düzeyde ilişki olduğunu bildirilmiştir ve yaklaşık 3400 BCE (Ortak Dönemden Önce)'ye tarihlendirilmiştir (Snow vd. 1986).



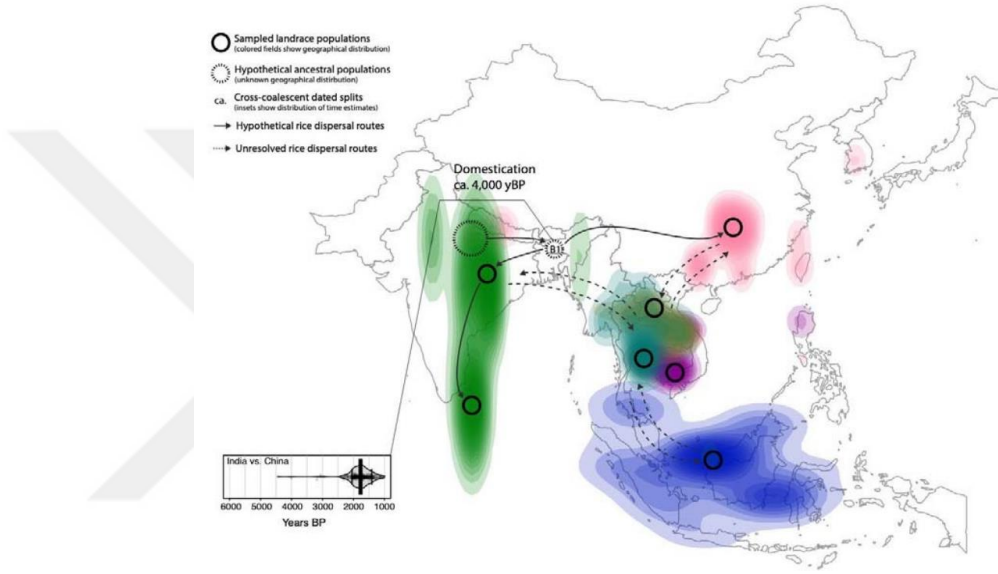
Şekil 1.4 Gen merkezi teorisine dayalı Asya ve Okyanusya *O. sativa*'nın kökeni ve dağılımı (Chang 1976'dan uyarlanmıştır)

Bu muhtemelen farklı çeltik çeşitleri, spesifik tip olarak tanımlanmamıştır. Çin kıyılarından gelselerdi *Oryza sativa* Japonica alt tür olurdu. Bununla birlikte, hem Tayvan hem de Filipinler'deki en eski çeltiğin Japonica alt tür değil Javanica olması muhtemel görünmektedir Chang ve Oka (1976).

1.5 Proto İndica Kökenleri ve Yayılması

Lahuradewa bölgesinde çeltik kullanımının 7500 yıl BCE (Ortak Dönemden önce) civarında kurulmuş olmasına rağmen (Tewari vd. 2006, 2008, Saxena vd. 2006), bu çeltiğin yetiştirilip yetiştirilmediği veya yabancı olarak toplanıp toplanmadığı tartışılmaktadır (Fuller ve Qin 2009). Daha sonra 2500-2000 BCE yıllarına ait kanıtlar daha güçlüdür, bu da çeltiğin yerleşik bir çeşit ve temel gıda olduğunu ve bazı yerler için bu bölgedeki tek mahsul olduğunu göstermektedir. Bu temelde, Hindistan'da çalışan arkeologlar, morfolojik adaptasyona süreci için iyi kanıtlar belirsiz olmasına rağmen, Ganj bölgesinde ekime çeltiğin ayrı olarak getirildiğini iddia edilmektedir. Şu anda kanıtlardan net olarak anlaşılan şey, 2000 BCE 'den itibaren çeltik/diğer tahıl/bakliyat yetiştiren yerleşik köylerin yaygın bir şekilde kurulmasıyla bu bölgedeki tarımsal köken

sürecinin sona ermesidir (Fuller 2006). Mahsul, hayvancılık ve seramik formları, batıdaki orta İndus ve Ravi nehri (Azad Keşmir, Hindistan İşgal Altındaki Keşmir, ve Pakistan-Gujranwala, Gujrat, Hafizabad, sheikupura, Lahore, Okara, Sahiwal, Pakpattan, Khanewal ve Multan illeri) ve Hindistanın Gurdaspur ili arasında Harappan bölgesine bağlantılara işaret etmektedir. Bu, Batı'dan kabul edilen kış bitkileri de dahil olmak üzere, diğer mahsullerin girdisinden önce çeltiğe odaklanan yoğun ve geniş bir tarım ekonomisinin gelişmesinin göstermektedir (Kovach vd. 2007, Jin vd. 2008, Tan vd. 2008).

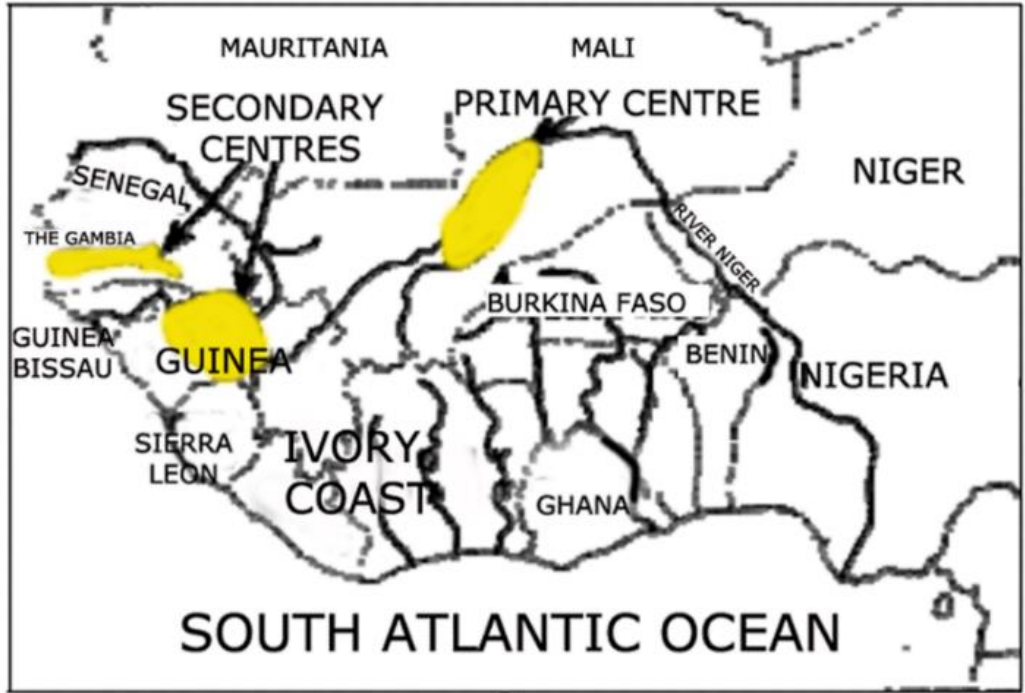


Şekil 1.5 Asya'daki indica çeltiğinin önerilen dağılım haritası (Rafal vd. 2019)

Gösterge için oluşturulan harita, $K=6$ ayrık alt popülasyon (Şekil 1.5). Alt popülasyonların coğrafi dağılımları, renkli, iki boyutlu çekirdek yoğunluk alanları olarak temsil edilmiştir. Kalın daireler, katı grafiklerindeki yaprakları temsil eder ve alt popülasyon dağılımlarının merkezlerine yakın olarak eşlenmektedir. Tutarlı bölünmeyi temsil eden kesikli daire, coğrafi konumu belirsizdir. Karışık olmayan alt popülasyonlar arasındaki bölünmüş zamanların dağılımı, tüm k seviyelerinde özetlenen ve keman grafikleri olarak sunulan çapraz birleşme tahminlerinden oluşturulmuştur. Katı oklar varsayımsal dağılım yollarını gösterirken, noktalı oklar katı grafiklerinden çözülmemiş olası yolları göstermektedir.

1.6 O. Glaberrima Kökenleri ve Yayılması

Bazı Batı Afrika dil ailelerindeki (*malo*, *maro*, *mano*, vb.) çeltik sözcükleri, Asya çeltiğiyle ilişkilendirilen Portekizce kökenli sözcüklerden önce geldiğinden, dilbilimsel kanıtlar *O. glaberrima*'nın Afrika kökenli olduğunu desteklemektedir (Blench 2006, Porteres 1970). Arkeologlar, kuzeydoğu Nijerya'da bulunan Ganjigana'da 1800' BCE den 800 yıl BCE'e tarihlenen çeltik tanelerinin seramik izlenimlerini bulmuşlardır. Bunlar 1800 BCE'e yıllına kadar gider ve 800 yıl BCE'e kadar devam etmektedir. Komşu Kursakata bölgesinde, bilim adamları, 1200 yıl BCE'den Ortak Dönemin Başlına Kadar 0' yılına kadar uzanan bol miktarda kömürleşmiş çeltik taneleri ortaya çıkarmışlardır (Klee vd. 2000).



Şekil 1.6 *O. glaberrima* yerel Afrika çeltiğinin domestikasyon alanları (Carney 1998)

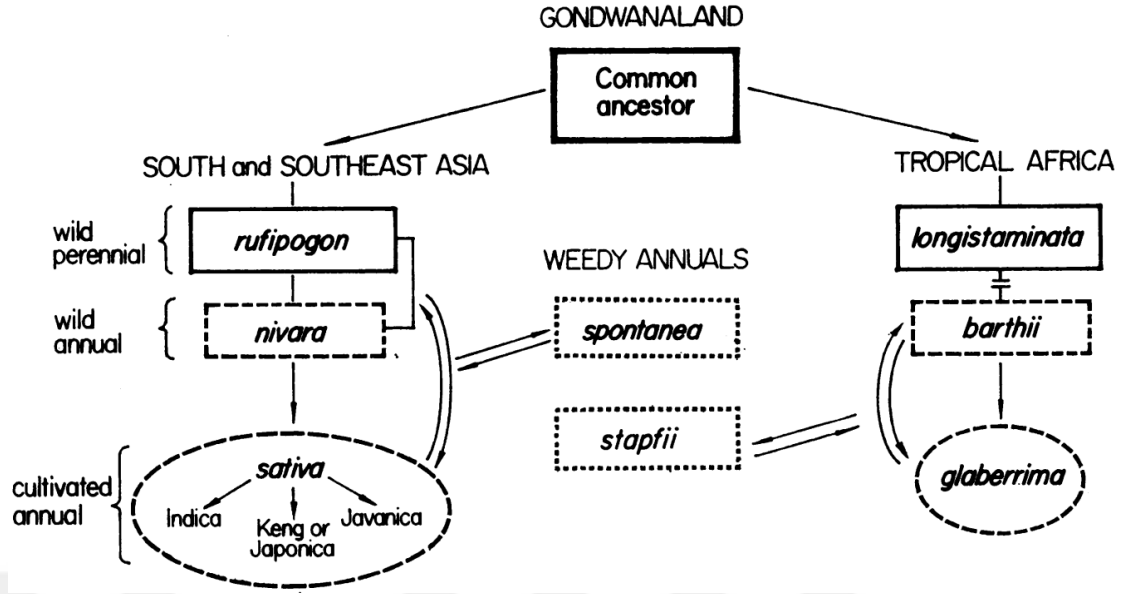
Bununla birlikte, bu sitelerin herhangi birinden elde edilen tahılların yabani çeltik hakkında bir kanıt yoktur. Belgelenmiş en eski domestikasyon gören *O. glaberrima*, 300 BCE ile 200 yıl BCE arasına tarihlenmektedir ve iç Nijer Deltası'ndaki Jenne-Jeno, Mali'den gelmektedir (McIntosh 1995).

İzozim çalışmalarıyla başlayan ve basit dizi tekrarı (SSR) ve tek nükleotid polimorfizmi (SNP) verileriyle doğrulanan moleküler veriler, Afrika çeltiğinin benzersizliğini ve *O. barthii* ile yakın genetik ilişkisini tartışmasız bir şekilde göstermektedir (Second 1982, Semon vd. 2005). *O. glaberrima*'nın çeşitlilik merkezinin yukarı Nijer Nehri Deltası olduğu düşünülmektedir. Porteres (1970), *O. glaberrima*'nın ilk olarak sel sularında yüzen çeltik çeşitleri kullanılarak yetiştirildiğini varsaymıştır. Çeltik kültürü daha sonra yüzen olmayan çeşitler kullanılarak yayılmıştır ve daha sonra sadece yağışla sulanan yüksek arazileri dikmek için başka seçimler kullanılmıştır. Asya çeltiği, ilk adaptasyondan sonra *O. glaberrima*'nın yelpazesine dahil edildi ve iki tür şimdi Batı Afrika'da yan yana ekilmektedir (Dresch 1949). Son zamanlarda yetiştiriciler, *O. glaberrima*'nın stres tolerans özelliklerini *O. sativa*'nın verim potansiyeli ile birleştirerek *O. sativa* ve *O. glaberrima*'yı melezlemiştir (Jones vd. 1997, Gridley vd. 2002). NERICA (Afrika için Yeni Çeltik) olarak bilinen bu çeşitler, Batı Afrikalı çiftçiler arasında popüler olup, yaygın olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır.

1.7 Asya ve Afrika'da Yetiştirilen Çeltiğin Evrimsel Yolları

En çok yetiştirilen tür, neredeyse tüm dünya üretimini temsil eden *O. sativa*'dır. *O. glaberrima*, Afrika'nın yalnızca sınırlı bölgelerinde yetiştirilmektedir. Öte yandan, *O. sativa*'dan, muhtemelen bağımsız adaptasyon olaylarından türetilen Javanica tropikal bölgelerinde ve İndica alt tropikal bölgelerinde üretilmektedir. (Horie vd. 2000).

Huang vd. (2012), İndica alt türüne ait çeltiği genellikle başta sub tropikal ve tropikal bölgelerde, Japonica alt tür ise ılıman bölgelerde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Ekili çeltiğin evrimsel yolu arkeolojik ve tarihsel kanıtlara göre, ekili çeltiğin birincil menşee merkezi, *O. sativa* için güneydoğu Asya ve *O. glaberrima* için kuzey Afrika'dır. Tüm çeltiğin ortak arası cinsi *Oryza* olarak kabul edilmiştir. *O. perennis* ve *O. sativa*, çok yıllık *O. rufipogon* türetilmiştir.



Şekil 1.7 Asya ve Afrika'da yetiştirilen çeltiğin evrimsel yolları (Chang 1976'dan uyarlanmıştır)

Javanica alt türleri, uzun salkımları ve kılçıklı spikeletleri olan çok uzun, dik bitkilerle karakterize edilip, çoğunlukla Endonezya'da yetiştirilmektedir. İndica alt türleri, morfolojik karakterlerde çok çeşitli varyasyonlara sahip uzun boylu, yayılan bitki türlerini içermektedir. Bunlar, tropikal ve subtropikal kuzey doğu Pakistan (Penjab ve AzadKeşmir), kuzeybatı Hindistan özellikle Doğu Pencap eyaletin Gurdaspur ilinde da yetiştirilmektedir.

1.7.1 *Oryza sativa* alt tür Japonica

Oryza cinsinin iki ticari türü *Oryza sativa* ve *Oryza glaberrima* dir. *O. Sativa*'nın 3 adet alt türü bulunurken *O. glaberrima*'nin her hangi alt türü bulunmamaktadır. Japonica alt türü dünyanın bazı özellikle ılıman bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir ve hem kuzey, hemde doğu Çin ve komuşu subtropik ülkler ile Akdeniz ülkelerde yetiştirilmektedir. Japonica alt tür çeltiği dar, koyu yeşil yapraklara, orta boy yekelere ve kısa ile orta boy bitki boyuna sahiptir (IRRI 2022).



Şekil 1.8 Çeltiğin Japonica alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidi

Kaynak: sulbar.litbang.pertanian.go.id/ind/images/2021a/INFOTEK/infotarabas.png

1.7.2 *Oryza sativa* alt tür Javanica

Endonezya'nın bulu, gundil ve birçok yayla Javanica alt türüne ait çeltiği Endonezya'nın Java adasından gelmektedir. Javanica alt türüne ait çeltiği geniş, sert, açık yeşil yapraklı çeltik eko coğrafik ırkı olup, düşük kardeşli ve uzun bir bitki boyuna sahiptir (IRRI 2022).



Şekil 1.9 Çeltiğin Javanica alt türüne ait Çilamaya Munçul çeltik çeşidi

Kaynak: bandung.bisnis.com/read/20130223/550/995597/padi-karawang-kembangkan-3-varietas-baru

1.7.3 *Oryza sativa* alt tür *İndica*

İndica çeltiği, *Oryza sativa*'nın (*O. sativa indica*) dört büyük eko coğrafi ırkından olup, tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilen başlıca çeltik türüdür. Çoğunlukla Filipinler, Hindistan, Pakistan, Java, Sri Lanka, Endonezya, orta ve güney Çin, Kuzey Afrika ve İran'da yetiştirilmektedir. *İndica*, geniş ile dar, açık yeşil yapraklara ve uzun ila orta boy bitki boyuna sahiptir (yarı cüce hariç) IRRI 2022.



Şekil 1.10 Çeltiğin *İndica* alt türüne ait Baroma çeltik çeşidi

Kaynak: bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/varietas-padi/inbrida-padi-sawah inpari/baroma

Aşağıda (Şekil 11), Çeltiğinin Japonica, Javanica ve *İndica* alt türlerin daneler, salkım özellikleri ve farklılıkları ile her üçün bir karşılaştırması bulunmaktadır.

- Çeltiğin alt tür Japonica'ya ait bitkilerinin tane yuvarlak, başakçıklar kılçıksızdan uzun kılçıklıya kadar, taneler kolay kırılmaz ve %0-20 amiloz içeriğine sahiptir.
- Çeltiğin alt tür Javanica'ya ait çeşitlerintaneleri uzun, geniş ve kalındır, spikeletler kılçıklı veya kılçıksızdır. Taneler kolay kırılmaz ve %0-25 amiloz içermektedirler.
- Çeltiğin alt tür *İndica*'ya ait çeltik taneleri uzundan kısaya, ince, biraz yassıdır ve başaklar kılçıksızdır. *İndica* alt türün taneleri daha kolay parçalanır ve %23-31 amiloz içermektedirler.



Şekil 1.11 Japonica, Javanica, ve İndica çeltik alt türleri arasında farklılık gösteren daneler ve salkımlar

Kaynak: (International Rice Research Institute on January 1st, 1991 In Philippines Three Types of Asian Rice) Photo by Patrick Aventurier/Gamma-Rapho via Getty Images knowledgebank.irri.org/ericeproduction/0.5_Rice_races.htm#:~:text=Javanica%20grains%20are%20long%2C%20broad,23%2D31%25%20amylose%20content

Bu üç alt tür arasındaki büyük farklılıklar Çizelge 1.1 de verilmiştir.

Çizelge 1.1 *Oryza sativa*'nın üç alt türünün ayırt edilebilir karakteristik farklı alt türleri

Karakter	Alt türler		
	İndica	Japonica	Javanica
Yapraklar	Geniş, açık yeşil	Dar, koyu yeşil	Geniş, sert, açık yeşil
Kardeşlenme	Uzun	Orta	Düşük
Boyutluk	Uzun boylu	Kısa	En uzun
Lemma ve palea üzerindeki tüyler	Lemma üzerinde ince kısa tüyler	Lemma ve palea üzerinde yoğun uzun tüyler	Lemma ve palea üzerinde uzun tüyler
Kılçıklar	Çoğunlukla kılçıksız	Kılçıksızdan uzun kılçıklıya	Kılçıksız veya uzun kılçıklı
Daneler	İnce biraz yassı taneler	Kısa yuvarlak tahıl	Geniş kalın taneler
Dane kırılması	Hızlı kırılma	Düşük kırılma	Düşük kırılma
Dokular	Yumuşak bitki dokuları	Sert bitki dokuları	Sert bitki dokuları
Işığa duyarlılık	Fotoperiyoda değişen hassasiyet	Fotoperiyoda değişen hassasiyet	Fotoperiyoda düşük hassasiyet

1.8 Türkiye’de Çeltik Durumu

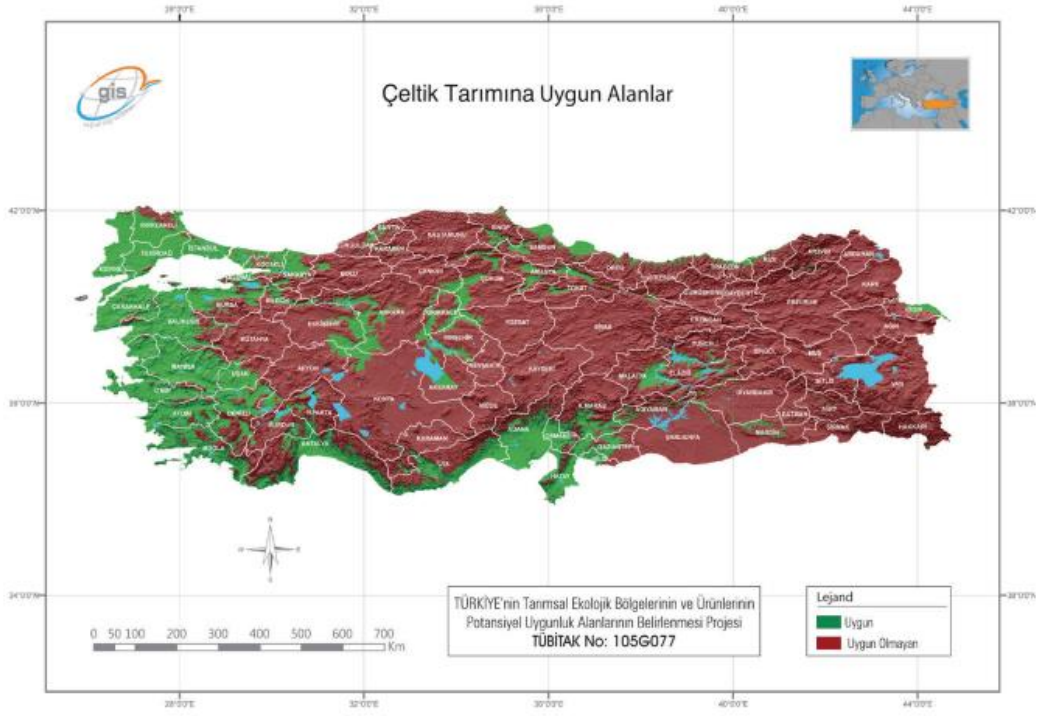
Türkiye’de çeltik tarımının yaklaşık 500 yıllık bir geçmişinin olduğu bilinmekte olup, Türklerin Anadolu’ya girişiyle yaygınlaştığı söylenebilir. Anadolu Beylikler ve Selçukluları döneminde ihraç malları arasında yer alan çeltiğe, Osmanlı padişahların zamanında da dahada büyük önem vererek devlet tarafından yetiştiriciliği başlatılmıştır.

Başka bir görüşe göre Anadolu'da 15 yüzyılda çeltiği Mısır'dan getirilmiş ve ilk kez yetiştiriciliği Tosya Kastamonu ilçesinde yapılmıştır (Emecen 1993, Tanrıkulu 2019).

Cumhuriyet döneminde İlk çeltik fabrikası 1926 yılında Tosya'da inşa ve kurulmuştur. Cumhuriyet'den önce sadece Diyarbakır, Bursa, Kastamonu ve Maraş illerinde az miktarda yetiştiriciliğinin yapıldığı ve üretimin Ankara, İstanbul ve diğer şehirlerdeki zengin ailelerce tüketildiği beyan edilmektedir (Türkoğlu 1979, Taşlıgil ve Şahin 2011, Tanrıkulu 2019). Mazide çeltik fabrikaları ve değirmenleri sınırlı ve az olduğundan hasad dan sonra halk çeltik tohum mahsulünde soyma ve öğütme işlerini yerel imkânlarıyla gerçekleştirmekte ile beraber daha çok yerel ihtiyacını sağlamaya ve üretilen pirincin lokal pazarlarda ticareti hemen hemen yoktu. Ancak, günümüzde çeltik ekim yöntemlerin geliştirilmesi ve alanlarının genişlenmesi ile çeltik fabrikalarının sayısının artırılması ile pirincin piyasası yayılarak büyümüştür.

Çeltik tarımında en önemli faktör sulama suyunun bulunması ve dengeli sulamanın yapılması gelmektedir. Türkiye'de çeltiğin bitki su tüketiminin çeşitli bölgelerdeki iklime göre 810-1625 mm arasında değiştiği tahmin edilmekte olup, su tüketimi çeşitli kayıplardan ötürü tahmin edilen miktardan çok daha fazla olmaktadır (Özgenç ve Erdoğan 1988).

Çeltik Türkiye'nin seçilmiş bölgelerinde devlet izin ile yetiştirilmektedir. Bu bölgelerde başta Marmara bölgesinde Edirne, Balıkesir, Çanakkale ve Karadeniz Bölgelerinde Samsun ve Orta Anadoluda Çorum gelmektedir. Bu illerde, ekilen çeltik alanı bakımından Türkiye'nin toplam çeltik ekim alanının %81.4'ünü oluştururken, bu illerin toplam üretimi ise Türkiye çeltik üretiminin %82.0'ını oluşturmaktadır (Uzundumlu vd. 2014).



Şekil 1.12 Türkiye’de çeltik tarımına potansiyel uygun alanlar haritası Peşkircioğlu vd. (2013)

1.9 Türkiye’de Çeltik Üretimi

Günümüzde üretim bölgelerine göre değerlendirildiğinde Marmara Bölgesinde en fazla ekim alanlarının %72’ bulunmakta ve birinci sırada yer almaktadır. Marmara ve Karadeniz Bölgeleri sırasıyla %19.2 ve %4.5 ile İç Anadolu Bölgesi takip etmektedir. İller bazında bakacak olursa Edirne, Türkiye üretiminde %49.3’ü ile ilk sırada yer alarak %12.5 ile Balıkesir ve %8.6 ile Samsun, takip etmektedir (IRRI 2017).

Türkiye’de çeltik üretimi 2017 senesinde 746 bin ton üretimi ile 98 bin ha alanda yapılmıştır. Türkiye’de ıslah çalışmaları ile çeltik üretiminde bir artış izlenmesine rağmen, elde edilen veriler ülke ihtiyacını görmekten uzak olarak, 2016 yılından 50 bin ton ihracat ile 300 bin ton ithalat rapor edilmiştir. Bu durum oluşan ihracat açığına bağlı ülkesel ekonomik kayıp ortaya koymaktadır (Taşlıgil ve Şahin 2011, IRRI 2017).



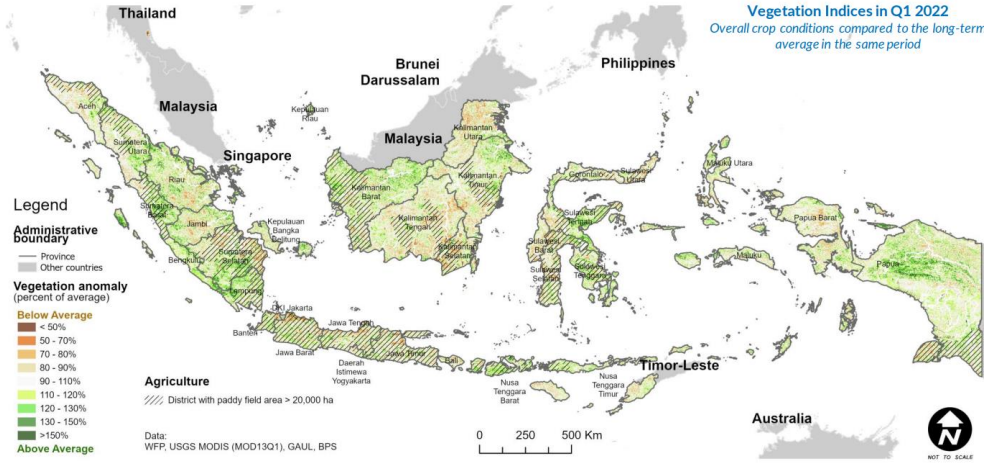
Şekil 1.13 Türkiye’de çeltik üretimi haritası

Kaynak: milliyet.com.tr/egitim/haritalar/turkiye-pirinc-uretim-haritasi-pirinc-nerelerde-yetisir-il-il-en-cok-pirinc-yetistirilen-bolgeler-6308317

Türkiye’de çeltik tarımı, tüm coğrafi bölgelerinizde, yaklaşık olarak 35 ilde yapılmakta ve Trakya-Marmara ve Karadeniz bölgeleri çeltik ekim için uygun bulunmuştur. Bunları orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri takip etmektedirler. Çeltik alanlarının %56.0’sını Trakya-Marmara, %36.5’ini Karadeniz Bölgesi, %7.5’ini ise diğer bölgelerimiz oluşturmaktadır (Sürek 2002). Türkiye’de çeltik üretim miktarı, 1 000 000 ton paya sahiptir. Bununla beraber, 2019 verilerine göre 1 264 19.00 hektar alanda çeltik üretimi yapılmıştır (TÜİK 2019).

1.10 Endonezya'da Çeltik Üretimi

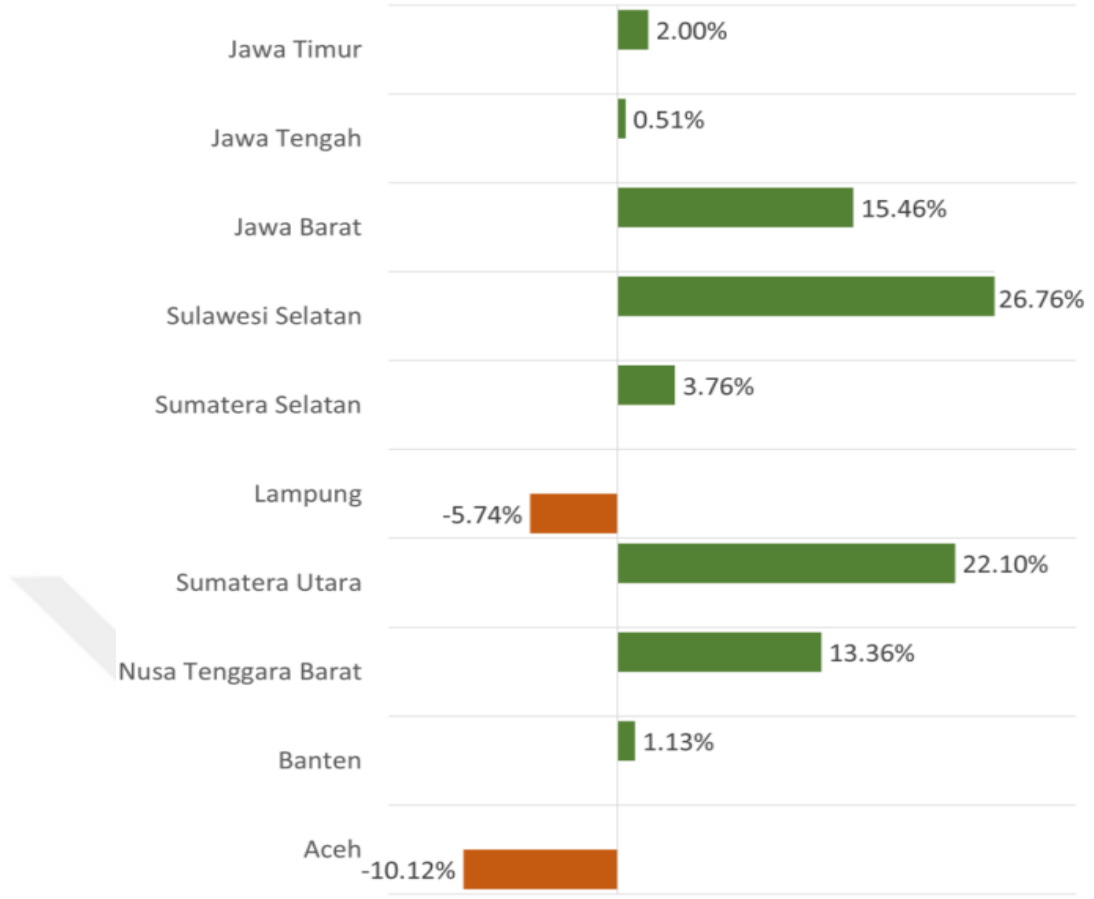
Endonezya, dünyanın en kalabalık dördüncü ülkesi olup, aynı zamanda, gıdada kendi kendine yeterliliği sağlama programı, Endonezya'nın liderlik değişiminin her döneminde çalışma programlarından biri haline geldi Endonezya'daki çeltik üretim alanları Java (%53), ardından Sumatra (%23), Sulawesi (%11), Kalimantan (%7), Nusa Tenggara (%5) ve Maluku ve Papua (%1) adalar'da yoğunlaşmıştır (BPS 2019). Çeltik ekimi ve üretimi yönetimi, ulusal çeltik üretimini karşılayacak şekilde revize edilmelidir (Pujiasmanto 2015).



Şekil 1.14 Endonezya’da mahsul izleme: 1. çeyrek Ç1 2022'deki çeltik ile ilgili genel bitki örtüsü durumu

Kaynak: docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138637/download

Çeltik, Endonezyalıları için önemli bir gıda ürünüdür. Sadece beslenme için birincil kaynak değildir (Faharuddin vd. 2016), aynı zamanda sosyal ve ekonomik yönlerle de ilişkilidir (Simatupang ve Timmer 2008). 2035 yılında Endonezya nüfusu 305.6 milyona kadar ulaşmış olacaktır (İstatistik Endonezya 2017). Yılda kişi başına 110 kg çeltik tüketimi varsayımıyla ve ulusal rezerv göz önüne alındığında, Endonezya'nın 2035'te en az 50 milyon ton öğütülmüş çeltik sağlaması gerekecektir. Endonezya Hükümeti'nin çeltik üretimini istikrara kavuşturma görevi, nüfus artışı nedeniyle daha karmaşık hale gelmekte ve tarım dışı amaçlar için arazi rekabetini artacağını düşünülmektedir.



Şekil 1.15 Endonezya’da ilk en fazla eltik yetiştirici yapan 10 adet ilde haziran-nisan 2021 ve ocak-nisan 2022’deki değişiklikler

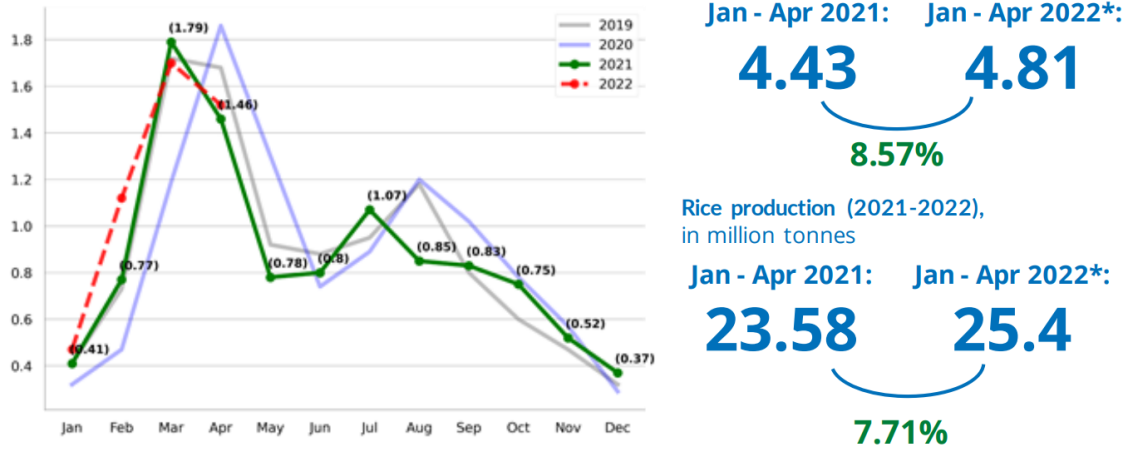
Kaynak: docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138637/download

Çeltik üretiminde ilk beş il (ocak-nisan 2022) Endonezya’da, ocak-nisan dönemi için 2021 ve 2022 yılları arasında eltik üretimindeki değişiklikleri göstermektedir (Şekil 1.15).

1. Jawa Timur (± 2.74 milyon ton)
2. Jawa Tengah (± 2.63 milyon ton)
3. Jawa Barat (± 2.3 milyon ton)
4. Sulawesi Selatan (± 1.29 milyon ton)
5. Sumatera Selatan (± 0.77 milyon ton)

Şekil 1.15 Gösterdiği gibi ilk 10 ana eltik üreticisi ilden en yüksek üretim Sulawesi Selatan ve Sumatera Utara’da gerçekleşirken, eltik üretimi Lampung ve Aceh’de ise bir

önceki yıla göre %5'ten fazla oranda düşüş göstermiştir. Jawa'daki ilk üç çeltik üreten il arasında sadece Jawa Barat, çeltik üretiminde %10'dan fazla önemli derecede bir artış göstermektedir.



Şekil 1.16 Endonezya’da aylık toplam hasat edilen alan (milyon hektar) 2019-2022 ve hasat edilen çeltik alanı (2021-2022), milyon hektar olarak

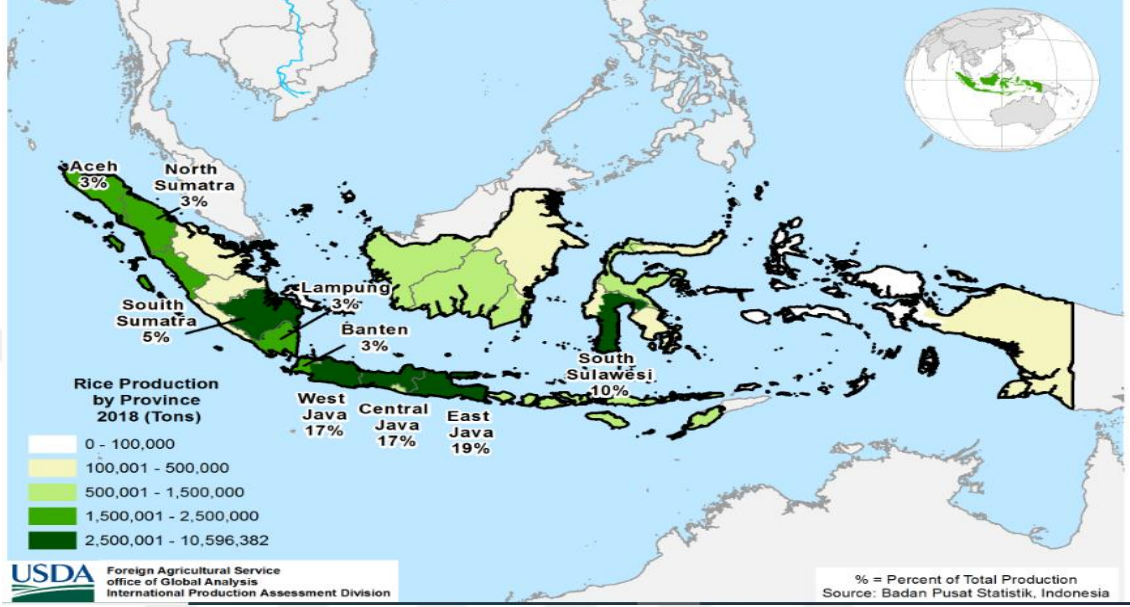
Kaynak: <https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000138637/download>

Şekil 1.16 gösterdi devam eden La Niña durumuna rağmen, Endonezya'daki toplam çeltik üretimi, 2021'deki aynı döneme kıyasla önemli ölçüde artmıştır. İstatistik Endonezya (BPS), ocak ve nisan 2022 arasında çeltik üretiminin, 2022 yılına kıyasla 1.8 milyon ton arttığını tahmin etmektedir. Yukarıdaki grafik, ocak-nisan dönemi için 2021 ve 2022 yılları arasında çeltik üretimindeki değişiklikleri göstermektedir. İlk 10 ana çeltik üreticisi ilden en yüksek üretim Sulawesi Selatan ve Sumatera Utara, Lampung ve Aceh'de çeltik üretimi bir önceki yıla göre %5'ten fazla düşüş gösterdi. Jawa'daki ilk üç çeltik üreten il arasında sadece Jawa Barat, %10'dan daha fazla çeltik üretiminde önemli bir artış göstermiştir.

1.11 Endonezya'da Çeltik Alanında Agroekolojik Bölge

Endonezya'da çeltik, alçak deniz seviyesinden 1.200 m yükseklikte olan yüksek irtifalara kadar çok çeşitli bir agroekolojik bölgelerde yetiştirilmektedir. Endonezya'da sulanan, yağmurla beslenen, yüksek arazi ve bataklık arazi olmak üzere dört çeltik agroekolojik bölgesi vardır. Endonezya çeltik üretiminin yaklaşık %60'ı, çoğunlukla Jawa Adası'nda bulunan sulanan-alçak arazilerde yapılmaktadır. Çiftçiler, farklı tarımsal ekosistemlerde

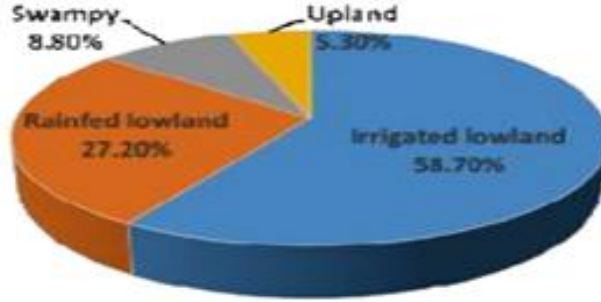
çeltik yetiştiriyor ve en kapsamlı çeltik ekosistemi, ağırlıklı olarak Jawa'nın kuzey kesiminde bulunan sulanan ovalardır. Bu tarımsal ekosistemde çeltik yılda üç kez ekilebilir. Bu bölgenin çeltik verimi oldukça yüksek olup, ortalama 5.8-4.8 ton/ha'dır (Lestari vd. 2020).



Şekil 1.17 Endonezya'da çeltik tarım ekolojik bölgesinin dağılımı

Kaynak: ipad.fas.usda.gov/rssiws/al/crop_production_maps/seasia/Indonesia_rice.png

Yağmurla beslenen ovalar Endonezya'daki en büyük ikinci çeltik üretimi ve Endonezya'daki tüm ana adalarda ortalama 4-3 ton/ha verimlilikle yaklaşık 2.5 milyon hektarlık bir alana yayılmaktadır. Yağmurla beslenen ova çeltiğinin tanımı, genellikle sıg yağmur suyuyla su basmış düzleştirilmiş, setlerle çevrili tarlalarda nakledilen ve yetiştirilen çeltiktir. Dağılım ve mevcudiyete bağlı olarak, bazı bölgelerde yılda sadece bir mevsim ve diğerleri iki kez yağışla toprağa bağımlı olan yağmurlarla beslenen ovalar vardır. Bu çeşitlilik, kuraklığa eğilimli alanlardan büyüme mevsimi boyunca birkaç metrenin üzerinde sel baskınlarına maruz kalan alanlara kadar uzanmaktadır.



Şekil 1.18 Endonezya'da her çeltik tarım alanının verimliliği (Lestari vd. 2020)

Diğer agroekosistem bölgesi, sulanan veya yağmurla beslenen ovalardan farklı olarak, su rezervi için arazi demeti olmaksızın ıslak mevsimde kuru arazide çeltik yetiştirilen yüksek arazilerdir. Yayla çeltik alanı, toprak verimliliğine ve suyun varlığına bağlı olarak hektar başına 2.0-4.5 ton arasında değişen üretkenliği ile yaklaşık 1.2 milyon hektarlık bir alanı kaplamaktadır.

Çeltik, aynı zamanda, silvikültür veya mısır, soya fasulyesi vb. gibi çeşitli gıda mahsulleri gibi diğer mahsuller ile çoklu mahsul sistemleri olarak yüksek arazi koşullarında yetiştirilmektedir. Endonezya'daki yüksek arazi agroekosisteminin çoğu, bu tür arazilerin doğurganlık ve bolluktan yoksun olduğu oksisol toprağında yer almaktadır. Bir başka agroekosistem, Endonezya'da tarım için en önemli potansiyel alanın olduğu bataklık arazisidir, bununla birlikte, çeltik üretimi için kullanım düşük (<1 milyon ha) olmaya devam etmektedir. Gelgit bataklığı ve tatlı su bataklığı olmak üzere iki tür bataklık alanı vardır.

1.12 Çeltik Yetiştiriciliğinde Yüksek Allelopatik ve Ototksisite Etkileri

Çeltik, dünyada Asya kıtasında, başlıca gıda olarak kullanılmaktadır ve küresel olarak dünya nüfusunun yaklaşık %50'sine %20 kalori alımını sağlamaktadır (Khanh vd. 2013, Amb ve Ahluwalia 2016). Küresel nüfusun yarısına günlük bakım sağlayan Asya'daki en büyük gıda (Yaklaşık %85) ekin ve mahsuldür (Subudhi vd. 2006). Artan insan nüfusu, gıda güvenliğini sağlamak için çeltik üretimine paralel olmak zorundadır. Çeltik üretimi için hem mahsul kalitesini hem de verimi arttırmada yeni yaklaşımlara yönelmelidir.

Ancak, ekili çeltik her zaman biyotik ve abiyotik streslerden kaynaklanan problemlerle karşı karşıya kalmaktadır ve bu da verimlilik ve kalitenin düşmesine neden olmaktadır. Yabani otlar, böcek zararlıları, hastalıklar ve abiyotik stresler çeltik üretimine yönelik büyük tehditlerdir ve iklim değişiklikleri durumu daha da kötüleştirebilmektedir (Farooq vd. 2013). Mattice (1998) 'e göre, allelopatik çeltik hatlarının büyüdüğü topraktan ve ayrıca çürüyen çeltik kalıntıları içeren topraklardan çeşitli iddia edilen allelokimyasallar not edilmiştir. Buna rağmen çeltik yetiştiriciliğinde yüksek allelopatik ve ototoksisite etkileriyle bitki yetiştiriciliğinde bir türlü sorunları yaşanmaktadır.

Ototoksisite bir bitki türünün çevreye toksik kimyasalların salınması yoluyla kendi türünün büyümesini engellediği bir tür intraspesifik allelopatidir. Bu bileşiklerin kimyasal yapısı, basitçe organik asitler, düz zincirli alkoller, aldehitler veya doymamış laktonlar, yağ asitleri, naftalinonlar, kompleks kinonlar, temel fenoller, fenolik asitler, tanenler, terpenoidler (monoterpenler, seskiterpen laktonlar ve diterpen laktonlar) ile amino asitler, polipeptitler, alkaloidler, glükosinatlar, pürinler ve ketonlar, nükleotitler, vb. içermektedir (Gross ve Parthier 1994, Einhellig 1995).

Terpenoidler, fenolikler, steroidler, alkaloidler ve siyanojenik glikosidler dahil olmak üzere birçok kimyasal bileşik grubu ototoksisiteye neden olmaktadır. Bunlardan fenolik bileşikler, fitotoksisiteyi bakımından en çok çalışılmıştır (Putnam 1985). Yüksek allelopatik potansiyele sahip çeltik çeşitlerinin seçilmesi ile ekolojik yabani ot kontrolü için allelopatinin olumlu yönlerine çok dikkat alınmıştır (Chung vd. 2001).

Bu çalışmalar, çeltik saman (yaprak artı sap) ekstraktından, ayrışan kalıntının ve çeltiğinin ekildiği toprağın, ahır otu gibi yabani otların çimlenmesini ve büyümesini engelleyebilecek allelokimyasalları içerdiğini göstermektedir. p-Hidroksibenzoik, vanilya, p-kumarik ve ferulik asitlerin hepsinin bitkilerde yaygın allelopatik bileşikler olduğu bildirilmiştir. Bu bileşikler ve ayrıca o-hidroksifenilasetik asit, ayrışan çeltik kalıntısından izole edilmiştir. o-Hidroksifenilasetik asidin, 10^{-4} m'de çeltik ve marul kök uzamasını önlediği gösterilmiştir (McPherson vd. 1971).

Ferulik asit dahil dokuz fenolik konsantrasyonunun yabani çeltik (*O. perennis*) hatları arasında değiştiğini bildirmiştir. Bu kimyasallar bitkiden salınması, bitkilerinden sızması, ölü bitki kısımları, kök sızması, ayrışma ve volatilizasyon (uçuculaşma) gibi birçok işlemle kolaylaştırmaktadırlar (Inderjit ve Duke 2003). Artan çalışmaları, mahsulün ve verimdeki düşüşün, ototoksinlerle ilişkili olduğunu göstermektedir. Bitkiler tarafından salınan yüzlerce alelokimyasal potansiyel toksin olarak tanımlanmıştır (Huang vd. 2013). Bu olgunun, agroekosistemdeki ve toprak hastalıklarına neden olan atık alanlarındaki yabani ot ve mahsul bitkilerinde meydana geldiği bildirilmiştir.

Ototoksisite, bir bitki çevreye toksik kimyasal bileşikler salgılamasını ve belirli bitkilerin büyümesini engelleyen çevreye salındığında meydana gelmektedir (Miller 1996). Ototoksisite, çeltiğin sürekli monokültüründe sık görülen bir sorundur, çünkü çeltik sapının ayrışması nadas tarlalarında bırakılmaktadır. Çeltik samanlarındaki fenolik asitler (Seal vd. 2004) ve birkaç flavon ve terpenoid (Belz 2007) gibi sekonder metabolitler güçlü ototoksinlerdir.

Allelopati, ilk önce Molisch (1937), ardından Rice (1984) tarafından tanımlanmıştır. Bununla birlikte, eğer verici ve alıcı bitkileri aynı türe ait ise, kendine özgü hale gelir ve kullanılan terim ototoksisite olarak adlandırılır. Böylece, ototoksisite, bir bitki, aynı bitki türlerinin çimlenmesini ve büyümesini engelleyen çevreye toksik kimyasal bileşikler saldıgı zaman ortaya çıkmaktadır (Miller 1996) ve komuşu bitkilerin gelişmelerine çeşitli şekilde engelliği yaratmaktadır.

Her ne kadar oksidatif hasarı, fitohormon aktivitesini, DNA hasarı, fotosentetik ve mitokondriyal fonksiyonu veya su dengesini içeren tekli veya çoklu etkiler dahil olmak üzere bazı alelokimyasalların allelopatik mekanizmaları, diğer işlemler arasında (Yang vd. 2011) açıklanmıştır, bitkilerde ototoksisite mekanizmalarını belirlemek için çok az sayıda araştırmacılar çalışılmışlardır (Wu vd. 2015). Bitkinin çeşitli kısımları, yapraklar, kökler, sürgünler, meyveler, tohumlar, kotiledonlar, tohum kabuğu, rizom, çiçekler, tohum kapsülleri, yaprak çöpü ve bitki artıkları, vb. gibi ototoksik davranışlardan sorumludur (Curtis ve Cottam 1950, Mubarak ve Hussain 1978, Picman ve Picman 1984, Miller 1996).

Bu sonuçlar, çeltikteki allelopatik bileşiklerin, tohum çimlenmesini ve yabancı otların büyümesini önleyerek doğal herbisitler olarak işlev görebileceğini göstermektedir. Ototoksik veya allelopatik çeltik, topraktaki yabancı otların varlığını tespit edebilir ve allelokimyasalların salınması yoluyla topraktaki mikroorganizmalarına olumlu veya olumsuz etki yaparak bitki gelişmelerine etkilenebilmektedir (Gu vd. 2008).

Son zamanlarda, birkaç araştırmacı çok sayıda çeltik bitkisine ait allelokimyasal bileşiklerinin aktivitesini taramışlardır (Kato-Noguchi vd. 2008). Belz (2007), tarafından listelenen çeltik ekstraktlarında ve eksüdalarında çeşitli kimyasal sınıflardan (örneğin, yağ asitleri, benzoksazinoidler, indoller, fenolik asitler, fenilalkanoik asitler ve terpenoidler) ondan fazla fitotoksik bileşik tanımlanmıştır.

Birkaç rapor, ototoksinlerin bitkilerde oksidatif stresi indüklediğini göstermiştir (Huang vd. 2013). Reaktif oksijen türleri (ROS), bitkilerin strese karşı savunmasında ve hücre büyümesinde ve gelişmesinde hayati bir rol oynamaktadır (Apel ve Hirt 2004, Dunand vd. 2007). Düşük ROS konsantrasyonları, bir sinyal olarak, hücre hasarının onarılmasına yol açabilir, ancak eğer yüksek seviyede zarar oluşmuş ise programlanmış zincir reaksiyon ile hücrelerin ölümüne yol açabilmektedirler (Neill vd. 2002). ROS ile aktive olan kalsiyum kanalı aktivitesi, kökün uzama bölgesinde hücrelerin büyümesi sırasında önemli rol oynamaktadır (Foreman vd. 2003). Hem allelopati hem de ototoksiste, bitki biyoçeşitliliğini ve verimliliğini düzenlemede önemli rol oynamaktadır.

Allelopati veya ototoksiti yükselen dünya popülasyonda bitki yetiştiriciliğinde çoklu çözüm sağlanan özgü bir oluşumunu sağlamak için imkanları sağlamaktadır. Yabancı ot yönetimindeki etkin uygulamalarla, çeltik ve diğer mahsul kullanarak, kullanılan tehlikeli kimyasal ve mekanik yaklaşımların yerini alabilmektedir. Allelopatik potansiyeli olan bitki çeşitliliği var olan biyotik ve abiyotik stresler daha iyi direnç göstermesinde yardımcı olabilmektedir (Farooq vd. 2013).

Ekinler, yabancı otlar ve onlar da dahil olmak üzere kendi türünde ototoksisiteyi inhibe edici bir büyüme sergilemekte ve, aynı ürüne karşı toksisiteyi gösterebilmektedir. Zararlı ve büyüme düzenleyicileri olarak bu otokimyasallar, sadece çürümelerini önleyen değil, aynı zamanda onları temizler, patojenlerden ve böceklerden koruyan tohum koruyucuları ile da temizlemektedirler (Evenari 1949).

Yabancı ot ve haşere yönetiminin yanı sıra, bu tür ototoksik bileşiklerin büyüme düzenleyici aktivitesi, tarımsal sanayinin yararına yöneliktir. *Parthenium hysterophorus*'dan gelen Parthenin'in IAA gibi doğal oksine benzer bir büyüme düzenleyici aktiviteye sahip olduğu bilinmektedir. Bu bağlamda, bu kimyasallara ek olarak, daha fazla aktivite ve potansiyel sahip olan uygun türevleri daha iyi bir şekilde düzenlenebilir ve sömürülebilir.

Eksplantların nekrozu, bitki doku kültürü çalışmalarında önemli bir konudur. Bu işlem aynı zamanda gelişmiş doku kültürü işlevsel için uygun bir koruyucu mekanizma geliştirici olarak yardımcı olabilmektedir. Ekinler, yabancı otlar ve ağaçlar da dahil olmak üzere birçok bitki, kendi türünde ototoksisiteyi inhibe edici bir büyüme sergilemektedirler, aynı ürüne karşı toksisiteyi göstermekten sorumlu olan ototoksinler, izole edilebilir ve yabancı otların kontrolü için kullanılabilir. Zararlı ve büyüme düzenleyicileri olarak bu otokimyasallar, sadece çürümelerini önleyen değil, aynı zamanda onları zararlılardan, patojenlerden ve böceklerden koruyan tohum koruyucuları olarak da kullanılabilir.

Bu araştırmanın amacı Japonica, Javanica ve İndica alt türüne ait çeltik çeşitlerinin *in vitro* koşullarda hetero ve ototoksisitenin bitki büyüme ve gelişme üzerine etkilerinin belirlenmesi olmuştur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Allelopati Olgusu ve Kavramı

Allelopati terimi, Yunanca 'birbiri' anlamına gelen 'allelon' ve 'acı çekmek' anlamına gelen 'pathos' kelimelerinden türemiştir ve Viyana Üniversitesi, Avusturya'dan bitki fizyoloğu Hans Molisch tarafından türetilmiştir. "Pathos" aynı zamanda "duygu" veya "hassas" anlamına gelir ve bu nedenle hem pozitif (sempatik) hem de negatif (acıklılı) etkileşimleri tanımlamak için kullanılabilir (Gross 1999). Allelopati kavramı, 1974'te Elroy L. Rice'ın allelopati üzerine İngilizce dilindeki ilk kitabının yayınlanmasından sonra yeni bir ilgi görmüştür. Allelopatiyi, bir bitkinin çevredeki kimyasal bileşiklerin salınması yoluyla diğer bitkiler üzerindeki etkileri olarak tanımladı (Rice 1984). Bu tanım büyük ölçüde kabul görmektedir ve hem olumlu (büyümeyi destekleyici) hem de olumsuz (büyümeyi engelleyen) etkileri içermektedir. Bununla birlikte, birçok çevrebilimci, allelopatide yalnızca olumsuz etkileri içeren tanımları tercih etmektedirler.

Lambers vd. (1998) örneğin, allelopatiyi toksik bileşiklerin salınması nedeniyle bir bitki türünün büyümesinin diğer bitki türü tarafından baskılanması olarak tanımlamıştır. Allelopati uzun yıllardır tartışılmasına rağmen, ancak son zamanlarda meşru bir araştırma alanı olarak kabul edilmiştir. Allelopatinin sorgulanmasının nedenlerinden biri, tanımlanmış allelokimyasalların olmaması ve allelopatiyi tanımlamak için uygun olmayan biyoanalizlerin kullanılmasıdır.

Son zamanlarda, kimyasal tanımlama prosedürleri daha gelişmiş hale geldi ve allelopatik davranışı açıklayabilen fitotoksik potansiyele sahip biyolojik olarak aktif bileşikler bulunmuştur (Duke vd. 1998). Allelopatik etkilere neden olan kimyasallara allelokimyasallar denir. Allelokimyasalların hedef bitki üzerinde herhangi bir etkiye sahip olabilmesi için donör bitkiden salınmaları gerekmektedir. Bu, etkiler farklı şekillerde gerçekleşebilmektedir.

1. Bitki yapraklarından ve gövdelerinden (yer üstü aksamlar) akan ve sızıntı yapan likitleri
2. Bitki köklerinden (yer altı aksamlar) akan sızıntıların fitotoksik etkisi yapan likitleri

3. Her ikisi tek başına veya birlikte bitkilerin gelişmelerine olumsuz etkiler yapabilmektedirler (Bode 1958, Halligan 1973).
4. Bazen dekompoze olan bitki materyalleri (örneği malçları)'inden fitotoksik bileşiklerin salınması yabancı otların çimlenmesini ve büyümesini engelleyen fitotoksinlerin sızılması veya serbest bırakılması (Barnes ve Putnam 1986) ve Bitki köklerinden salınan fitotoksik bileşikler.

2.2 Çeltik (*Oryza sativa* L.)

Çeltik, M.Ö. 6500'den beri yetiştirildiği Asya'dan kaynaklanmış ve şu anda çoğu tropikal, subtropikal, ılıman bölgelerde doğallaştırılmıştır. Çeltik, Çin'de 53° Kuzey'den Avustralya'da 35° Güney'ye kadar yetiştirilmektedir (Heuze ve Tran 2015). Genel olarak çeltik 20-30 °C, 15 °C'nin üzerinde gece sıcaklığı ile ortalama günlük sıcaklıkları, verimli ve ağır topraklar 6.5-7 pH. Çoğu çeşit (bataklık çeltik, ova çeltik) durgun suda dikilmeli ve ayda 200 mm yağış veya sulama eşdeğer bir miktar gerektirirken, diğerleri (dağ çeltik veya yayla çeltik) daha az sulama ve kuruma olmaksızın 3-4 aylık bir sürede 750 mm yağış gerektirir. Yıllık verimi 12-15 ton/ha arasında değişir (Heuze ve Tran 2015).

2.3 Çeltikten Allelopatik Kimyasallardan Etkilenen Bitki

Bhadoria (2010), Bouillant vd. (1994) ve Kato-Noguchi (2011) Çeltik *Oryza sativa* L. bitkilerde fenolik asitler, momilakton B, momilakton A, 3-hidroksibenzoik asit, 3-hidroksi-4- metoksibenzoik asit, 4-hidroksibenzoik asit, p-kumarik asit, kafeik asit, tetradekanoik asit, valerik asit, stearik asit, 2-metil-1,4-benzendiol, 4-hidroksibenzaldehit bulunmuşlardır çalışmalarında bunlar hakkında bilgiler vermişlerdir.

Won vd. (2013) çeltik bitkisinin farklı bitki türlerinin çeşitli kısımlarından çevreye (fenolik asitler, terpenoidler ve alkaloidler) dahil olmak üzere farklı yollarla salınır diye rapor etmişlerdir. Çeşitli faktörler, örneğin fux oranı, yaş, konsantrasyon, iklimsel ve çevresel koşullar ve bitkinin metabolik durumu gibi toksisitelerini belirlemektedirler.

Muller (1969) Potansiyel allelopatik aktiviteye sahip bir bitki “verici bitki” olarak bilinirken, katkıda bulunan bitkiden allelopatik kimyasallardan etkilenen bitki “alıcı bitki” olarak anlatılmaktadır. Schandry ve Becker (2019), allelopatik etkileri olan bitkilerden yayılan aktif bileşiklere allelokimyasallar olarak ve ikincil metabolitler olarak kategorize etmektedirler.

Ahmed (2018). Chon ve C. Jerry Nelson (2013), Blum vd. (1999) ve Hassan (2012)’nın rapor ettiği gibi kimyasallar, bitkiler tarafından ya yerin üstünde (yapraklar, gövdeler, tohumlar, tomurcuklar, meyveler, polenler ve çiçekler) ya da yerin altında (kökler, rizomlar ve gövdeler) ya da her ikisi tarafından üretilebilir ve çeşitli bitki topluluklarında allelopatik etkilerle sonuçlanmaktadır.

Hong ve Linz, (2013), Jacobo vd. (2015), Ahmed vd. (2021), den elde ettiği bilgilere göre farklı bitki parçaları, çeşitli miktarlarda allelokimyasal üretmektedirler. Bu biyomoleküllerin biyosentezi ve atılımı, özellikli bir zamansal ve dinamik patern izleyerek biyotik ve abiyotik faktörlerden etkilenmektedir.

Bitkiyle ilişkili *Burkholderia* suşlarını, allelokimyasal metabolizma dahil olmak üzere bitki probiyotik özellikleri açısından taramak ve bakteriyostatik dozda bir antibiyotik kullanarak çeltik allelopatisindeki rollerini anlaması olmuştur. Yöntemler *Burkholderia* sp. LS-044, CC-A174 ve CC3XP9, bitki probiyotik özellikleri için taranmıştır. Çeltik (*Oryza sativa* ssp. Japonica cv. Tainung 71) kök endofitik izolatu LS-044, ferulik asit (FA; 0-200 mg/l) ve bakteriyostatik-doz altında multilokus dizi tipleme, antibiyotik testi ve tohum çimlenme biyo-tahliline tabi tutulmuştur. Meropenem (4 mg/l).

FA metabolizması ve hücre canlılığı, Alamar Blue (AB) tahlili ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar Test edilen tüm *Burkholderia* suşları, çoklu bitki probiyotik özellikleri sergilenmiştir. *Burkholderia cepacia* kompleksinin meropenem duyarlı yeni bir üyesi olan LS-044, çoklu allelokimyasalların hızlı metabolizmasını sergilenmiştir. Bakteriyostatik-doz meropenem, FA muameleleri ile aşılınmış tohumun çimlenme indeksini (GI) yükseltmiştir. Meropenem, bakteriyel FA metabolizmasını kontrol ederek ve AB tahlilinde görüldüğü gibi hücre canlılığını uzatarak GI'yi desteklenmiştir. Yüksek doz FA altında kontrolsüz bakteri üremesinin, tek başına FA'den çeltik için fitotoksik

olduğu bulunmuştur. Sonuçlar *Burkholderia* sp. LS-044, çeltik allelopatisinde muhtemelen önemli bir rol oynayan potansiyel bir allelokimyasal metabolize edici bakteridir. Meropenem'in bakteriyostatik dozu, çeltikle ilişkili LS-044'ün allelokimyasal metabolizmasını kontrol ederek ve uzatarak ototoksisiteyi azaltmaktadır (Hameed vd. 2019).

Ma vd. (2014) nin belirttiği gibi. Çeltik hasadından sonra kalan çeltik anızlarının ototoksik etkisi, yeterli drenaj olmaması nedeniyle ikinci çeltik mahsulünün veriminde yaklaşık %25 düşüşe neden olmuştur. Genel olarak birinci sezon çeltik hasadından sonra kalıntılar tarlada kalır ve aynı tarlada besin geri dönüşümünde kullanılır. Bu kalıntıların müteakip anaerobik ayrışması, çeltik tarlasına büyük miktarda ototoksin salınımına neden oldu ve bu da daha sonra ardışık ikinci çeltik mahsulünün büyümesini ve verimini engelledi (Ma vd. 2014). Ayrışan çeltik kalıntılarından ve bunların kök eksüdalarından salınan fenolik asitler arasında p-kumarik, p-hidroksi benzoik, şırınga, vanilli, ferulik vb. bulunur.

Li vd. (2019)'nın açıklandığı gibi rizosfer mikropları, bitki sağlığı ve biyojeokimyasal döngüler için kritik öneme sahiptir. Rizosferdeki aktif mikroorganizmaların çeşitliliğini anlamak, bitki büyümesini ve üretkenliğini arttırmanın anahtarıdır. Hem toplam (DNA bazlı, 6S rRNA geni) hem de aktif (RNA bazlı, 16S rRNA) toprak mikrobiyotasından üretilen 16S ribozomal alt birim ampikonlarını karşılaştırarak çeltiğin rizosfer bakteri topluluklarını incelenmiştir.

16S rRNA genine dayalı analiz, daha yüksek bir mikrobiyal çeşitlilik gösterdi, ancak bitkinin büyüme aşamaları boyunca bakteri popülasyonlarında çok az değişiklik tespit edilmiştir. 16S rRNA'nın analizi, çok daha az çeşitlilik elde etti, bu da 16S sinyalinin çoğunun serbest DNA'dan, ölü veya aktif olmayan hücrelerden türetildiğini gösterilmiştir. rRNA analizi, rizosferde bulunan kararlı bir mikrobiyal popülasyon göstermiştir ve bu, büyüme periyodu boyunca da kararlı olan toplu topraktakinden kıyasla farklıydı.

Rizosfer etkisine katkıda bulunan ana bileşenler olan kök eksüdaları (örneğin asetat, laktat, oksalat ve süksinat), bazı taksonlar (örneğin, *Oxobacter*, *Lachnospiraceae*, *Coproccoccus* ve α -*Proteobacteria*) bakteri topluluğunu şekillendirir gibi görünmektedir. Toprak bölümleri (rizosfere karşı kütle), bakteri toplulukları üzerinde,

özellikle rRNA düzeyinde, bitki fenolojik evrelerinden daha büyük bir etkiye sahiptir. Bu sonuçlar, rizosfer etkisinin rizosfer topraklarındaki bakteri topluluklarının yapılandırılmasında aktif ve toplam bakteri toplulukları üzerinde belirgin bir etki ile kilit bir rol oynadığını göstermektedir.

2.4 Allelopatik Etkileri Olan Bitkilerden Yayılan Aktif Bileşikler

Latif vd. (2017), Einhellig (1995), Cheng ve Cheng (2016) nın anlatıldığı gibi allelokimyasallar genellikle ikincil bitki metabolitleri veya bitkilerdeki başlıca metabolik yolların yan ürünleridir. Besinsel değildirler ve yapraklar, gövdeler, kökler, ağaç kabuğu, tohumlar vb. gibi herhangi bir bitki parçasında sentezlenebilmektedir. Uygun çevre koşullarında allelokimyasallar, uçucu yağı hale gelme, kök eksüdasyonu, ayrışma ve/veya sızıntı yoluyla çevreye salınmaktadır.

Sonuç olarak, bu kimyasallar bitkilerde zar geçirgenliği, su ve besin alımı, solunum, fotosentez, protein ve nükleik asit sentezi ve duyarlı bitkilerde büyüme düzenlemesi dahil bir dizi fizyolojik ve biyokimyasal sürece müdahale edebilmektedir. Bununla birlikte, allelokimyasalların yüksek bitkilere karşı karakteristik görsel etkilenmesi, kök büyümesi ve meristemlere zarar vermeyi veya tohum çimlenmesini ve bitkicik büyümesini engellenmesi göstermektedir.

2.5 Endonezya'da Ticari Olarak Yetiştirilen Çeltik

Mudjisihono vd. (2002)'a göre çeltik, genel olarak Endonezya ve Asya nüfusunun yaklaşık %95'i için temel bir besin maddesidir. Endonezya'da yetiştirilen çeltik çeşitleri, İndika ve Javanica olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Javanica, özellikle Endonezya'da İndika'nın yanında büyüyen yerel bir çeltik çeşididir. 1998'den beri hükümet, Rojolele gibi yerel çeltik çeşitlerinin geliştirilmesine izin verdi. Rojolele, Endonezya'da ticari olarak yetiştirilen Javanica çeltik çeşididir. Rojolele, Orta Java'da popüler bir çeltik haline geldi ve aromatik bir kokuya ve lezzetli bir tada sahip olduğu için Endonezya'ya dağıtılmıştır.

Sismanto (2002)'a göre bir teknoloji bileşeni olarak piyasaya sürülen yeni çeşitlilik, artan çeltik üretimine en çok katkıda bulunmuştur. Şimdiye kadar Endonezya'da, IRRİ'den tanıtılan çeşitler dahil olmak üzere 184 çeşit çeltik piyasaya sürülmüştür. Batı Java'da 2002 yılına kadar, IR64 çeşidi halen ova çeltiğiçeltiğinin %42'sine hakim olmuş, bunu %19.1, Way Apo Buru çeşidi, %12.7 Çiherang, %6.9 Widas, %2.3. 2004'ten beri, Ciherang çeşidi yavaş yavaş IR64'ün yerini aldı. Çigeulis, Situ Bagendit ve Mekongga gibi birkaç serbest bırakılan çeşit, Subang, Indramayu, Purwakarta, Çianjur ve Tasikmalaya'da çiftçiler tarafından yetiştirilmeye ve yaygın olarak kabul edilmeye başlanmıştır Nurhati vd (2008).

Marsetio vd (2013), bu çalışmada Endonezya'daki suya basmış çeltik tarlalarının sayısı oldukça fazla. Endonezya'da her yıl yaklaşık 13.3 milyon hektar sular altında kalıyor. Sel, özellikle üreme ve olgunlaşma aşamasının sonunda salkım doldurulurken taşkınlar meydana geldiğinde, çeltiğin kalitesinde ve miktarında bir azalmaya neden olur. Bu araştırmanın amacı, Çilamaya Munçul'un çeşitli yaşlardaki kavuzlu, kabuklu ve pişmiş çeltiğinin dikim sonrası özelliklerine su basmasının etkisini belirlemektir.

Araştırma, uygulamalar arasındaki önemi ve ilişkiyi gözlemlemek için istatistiksel analizli tanımlayıcı bir yöntem kullandı. Bu araştırma, Pamotan alt bölgesi Kalipuçang, Çiamis, Batı Java köyünde gerçekleştirilmiştir. Dikimden 90, 95, 100, 105 ve 110 gün sonra gözlemler yapılmıştır. Sonuç, suya batırılmış çeltik tanesinin normal pirince göre daha yüksek protein, nem ve amilaz içeriğine sahip olduğunu gösterdi.

Ancak normal çeltikten daha düşük verim, sertlik, yapışkanlık ve parlaklığa sahipti. 65-110 gün ekimden sonra, su taşkınlarının yüksekliği ve benzer şekilde solunum hızı azaldı. Bu fenomen, su basmış çeltiğin erken yaşta hasat edilmesini mümkün kıldı. Her fazdaki (üreme ve olgunlaşma) kimyasal bileşime bağlı olarak, su basmış çeltik, gıda olarak kullanılacak güce sahipti.

2.6 Çeltikteki Allelopatik Fenomen

Fang vd. (2009) bu çalışmada çeltik, allelopatik potansiyelleri için en çok odaklanılan ürünler arasında olduğu anlatılmaktadır. Allelopatik fenomen, çeltik bitkilerinin streslere (özellikle biyotik streslere) karşı savunmasında ve enzimler aracılığıyla oto-detoksifikasyonda rol oynamaktadır.

Jabran ve Farooq, (2013), Kato-Noguchi vd. (2008), Khanh vd. (2007) ve Lee vd. (2004). Dünyanın farklı bölgelerinde yetiştirilen çeltikten birkaç allelokimyasalları rapor edilmiştir. Çeltikteki allelokimyasallar, momilaktonları, fenolik bileşikler ve diğer bazı kimyasal sınıflardan bileşikler de içerebilir. Yabani otlara karşı allelopatik aktiviteleri ile bilinen büyük bir çeltik germplazmı kütlesi varken, bazı ticari allelopatik çeltik çeşitleri de çiftçi topluluğu tarafından yetiştirilmek üzere mevcuttur.

Allelopatik potansiyele sahip çeltik çeşitleri, çeltik tarlalarında daha iyi bir yabani ot bastırılması için yetiştirilebilirken, çeltik allelopatik kalıntılarının kullanımı, hem çeltik hem de diğer ekin alanlarındaki yabani otları bastırmaya yardımcı olabilmektedir (Jabran vd. 2015).

Chon ve Kim (2004). Kore Cumhuriyeti'nden yapılan bir araştırmanın sonuçları, çeltiğin yabani otların (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Eclipta prostrata* (L.) L.) ve bir mahsulün (yonca) allelopatik bir inhibisyonuna neden olduğunu olduğu göstermiştir. allelokimyasallar olarak fenolik bileşikler.

Gu vd. (2008, 2009) Ek olarak, çeltik allelopatisinin enzim aktiviteleri (üreaz, dehidrojenaz, invertaz vb.) ve toprak mikrobiyal toplulukları üzerindeki olumlu etkisi de not edilmiştir. Song vd. (2008), Fang vd. (2010) düşük nitrojen konsantrasyonu ve bir çeltik bitkisinin ortamında bir yabancı ot bulunması, çeltikte allelopatik aktiviteyi indükleyebilmektedir. Otomo vd. (2004). Kato-Noguchi vd. (2012) momilaktonların çeltik bitkilerine allelopatik bir potansiyel kazandırmada ve hedef bitkilerin büyümesini azaltmada önemli bir role sahip olduğu kabul edilmiştir.

Xuan vd. (2016). Japonya'da yakın zamanda yapılan bir araştırmada, momilaktonların yabani ot toleransından ziyade eltik kuraklığına dayanıklılıkla daha fazla ilişkili olduğunu göstermiştir (Xuan vd. 2016). Bu çalışmada farklı kökenlerden 30 genotip olmasına rağmen, bu tür araştırmaların daha fazla lokasyonda ve tüm eltik türlerini temsil eden daha fazla sayıda genotip ile yapılması arzu edilmektedir.

Kim ve Shin (2008),’nın açıkladığı gibi eltik (*Oryza sativa* L.), dünyanın büyük insan nüfusu için önemli bir temel besindir. Diğer nakit mahsuller gibi, eltik de verimi olumsuz etkileyen, doza bağımlı allelopatinin özel bir şekli olan ototoksisiteye karşı hassastır. Allelopati, kök ortamına salınan kimyasal bileşiklerin üretimi yoluyla belirli bir bitkinin diğer izerindeki doğrudan veya dolaylı etkisi, alternatif bir yabancı ot kontrol stratejisi sağlayabilir.

Fuji (1992) ve Olofsdotter vd. (1995)’nın açıkladığı gibi allelopatik potansiyele sahip eltik çeşitlerinin tanımlanması da Japonya'da ve Filipinler'deki Uluslararası eltik Araştırma Enstitüsü'nde (IRRI) yürütülmüştür. Marulda (*Lactuca sativa* L.) 189 eltik katılımlarının allelopatik potansiyelini değerlendirdi. Bu eltik katılımlarının yirmi dördü, marulun kök büyümesi üzerinde %75'ten fazla inhibisyon gösterdi. Javanica eltiği (*O. sativa* L.) ve kırmızı çeltiğin (*O. sativa* L.) bazı doğal türleri, marul üzerinde güçlü inhibitör aktivite gösterirken, Japonica eltiğinin geliştirilmiş eşitleri çok az allelopatik aktivite gösterdi.

Afrika eltiğinin (*Oryza glaberrima* Steud.) allelopatik aktivitesi de güçlüydü. Yakın zamanda Olofsdotter ve Navarez (1996), *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv'a karşı allelopatik potansiyel için 111 eltik çeşidini taradı. Uluslararası eltik Araştırma Enstitüsü'ndeki alanlarda. Sonuçlar, kuru bir mevsimde 11 çeşidin ve ıslak bir mevsimde 21 çeşidin yabani ot gelişimini (kuru madde) %50'den fazla bastırdığını göstermiştir. Laboratuvar deneyleri saha deki çalışma sonuçlarını doğruladı.

Bitkilerin savunma tepkilerini etkinleştirdiği ve güçlendirdiği mekanizmalar iyi çalışılmıştır; bununla birlikte, bitkilerin aşırı savunma tepkilerinden kaçınmasını sağlayan düzenleyici mekanizmalar tam olarak anlaşılamamıştır. Burada, OsMAPK20-5, eltikten (*Oryza sativa*) bir grup D mitojenle aktive olan protein kinaz (MAPK) geni tanımladığı;

bu gen, ekspresyonu, yıkıcı bir çeltik zararlısı olan kahverengi bitki bitkisinin (BPH, *Nilaparvata*) hamile dişi yetişkinlerin istilasını hızla indükledi, ancak BPH perileri tarafından değil. OsMAPK20-5'in (irMAPK) ekspresyonun susturulması, hamile dişi BPH istilasından sonra etilen ve nitrik oksit (NO) birikimini arttırdı ve böylece çeltik bitkisinin BPH yetişkinlerine ve yumurtlamış yumurtalara karşı direncini arttırdı. Bununla birlikte, yüksek yoğunluktaki gebe BPH dişilerine maruz kaldıklarında, irMAPK bitkileri, irMAPK bitkilerinde etilen ve NO'nun hiper birikimine atfedilebilecek, vahşi tip bitkilerden daha erken solmuştur. İlginç bir şekilde, irMAPK bitkileri tarlaya salındığında, pirincin en yıkıcı iki zararlısı olan BPH ve beyaz sırtlı bitki böceğine (*Sogatella furcifera*) karşı geniş bir direnç gösterdi ve daha yüksek verim üretti. Birlikte ele alındığında, çalışmamız, OsMAPK20-5'in çeltik bitkilerinin bitki zararlılarına karşı direncini azaltabilmesine rağmen, aynı zamanda çeltik bitkilerinin aşırı savunma tepkilerini kontrol etmesine olanak tanıdığını ve böylece savunma tepkisi ile ilgili ototoksisiteyi önlediğini göstermektedir (Li vd. 2019)

Çeltik samanı, allelokimyasalların aşırı salgılanmasıyla diğer yabancı otların büyümesini engelleyebilir (Chung vd. 2001). Huang vd. (2008). Bu çalışmada potansiyel allelokimyasallar olarak, fenolik asitler, aromatikler, terpenler ve flavonoidler gibi çok sayıda bileşik, çeltik kökü eksudalarında ve çeltik samanı sulu ekstraktında tanımlanmıştır. Bu allelopatik kimyasalların etkileşimleri olumlu olabileceğinden, sürdürülebilir ve çevre dostu tarımsal üretim sistemi için etkili katkılar olarak kullanılabilirler (Hong vd. 2009).

Xiao vd. (2010)'nin araştırdığı gibi hasattan sonra tarlalarda kalan birkaç çeltik çeşidi veya çeltik samanı, komşu veya ardışık mahsullerin/bitkilerin büyümesini baskılayan allelokimyasalları tarlalara ve bitkilere etkilemektedirler. Yingzhe Li vd. (2020) araştırdığı gibi ADS8 reçinesi ile ekstre edilmiş fazda biriken çeltik allelokimyasalları, ADS21 reçinesi ile ekstre edilmiş fazdakilerden daha fazlaydı. Allelopatik çeltiğin kök eksudalarındaki allelokimyasallar, esas olarak polar olmayan bileşiklerdir ve uzun zincirli yağ asitleri, allelopati ile ilişkili metabolitler olarak kabul edilmektedir.

2.7 Çeltikteki Allelokimyasalların Kategorileri

Rice (1984)'nın araştırdığı gibi çeltikteki allelokimyasalların kategorileri hakkında iki ana bakış açısı vardır. Fenolik asitler bir allelokimyasal grubu olarak kabul edilir ve diğerleri terpenoidler ve flavonoidlerdir. Çeltik kalıntılarının ayrışmasından sonra üretilen p-kumarik asit, ferulik asit, p-hidroksibenzoik asit ve oksalik asit gibi fenolik asitlerin, toprak agrega yapı bileşikleri veya hümitik asit ile sabitlenebileceğine ve rizosfer toprağında depolana bileceğine düşünülmektedir. Ayrıca çeltik bitkiciklerinin ve yabancı otların büyümesini engeller görmüşlerdir.

Rimando (2001) ve Seal vd. (2004)'nin araştırıldığı gibi. Çeltik kök ekstraktlarından izole edilmiş allelokimyasallar ve hedef bitkiler üzerinde inhibitör etkileri olan birkaç ana fenolik allelokimyasal tanımlanmışlardır. Elde edilen kanıtlar, fenolik asitlerin allelokimyasallar olduğu fikrini güçlü bir şekilde desteklemektedir.

2.8 Bitkilerde Komşu Tespiti ve Allelokimyasal Tepki

Li vd. (2020), komşu tespiti ve allelokimyasal tepki, bitki-bitki etkileşimlerinde önemli araçlar olarak bulunmuştur. Rakiplerin mevcudiyetine tepki olarak salınan ve komşudan türetilmiş sinyalleşmeye dahil olan bitki allelokimyasalları hakkında artan bilgi olmasına rağmen, komşu kaynaklı allelokimyasal tepkiden hangi sinyal kimyasallarının sorumlu olduğu hakkında daha az şey bilinmektedir. Burada, bir karotenoid metabolit olan (-) -loliolidin, ahır otu-çeltik allelopatik etkileşimlerinde bir sinyal kimyasalı olarak işlev gördüğünü deneysel olarak gösteriyoruz.

Çeltik allelokimyasalları momilakton B ve trisinin üretimi, beş ahır otu biyotipi varlığında arttı. (-)-Loliolide, ahır otunun tüm biyotiplerinde ve bunların kök eksüdatlarında ve rizosfer topraklarında bulundu. Barnyardgrass biyotipleri arasında çeltik allelokimyasalları ve (-)-loliolid konsantrasyonları arasında önemli pozitif ilişkiler vardı. Ayrıca, (-)-loliolid momilakton B ve trisin üretimini ortaya çıkardı. Karşılaştırmalı transkriptomik analiz, (-)-loliolidin diterpenoid ve flavonoid biyosentez yolu üzerindeki düzenleyici aktivitesini ortaya çıkardı. Momilakton B (CPS4, KSL4 ve MAS) ve trisinin (CYP75B3 ve CYP75B4) biyosentezinde yer alan anahtar genlerin ekspresyonu (-)-

loliolid tarafından yukarı regüle edildi. Bu bulgular, (-)-loliolidin bir sinyal kimyasalı olarak davrandığını ve çiftlik otu-çeltik allelopatik etkileşimlerine katıldığını göstermektedir. Allelopatik çeltik bitkileri, bu sinyal kimyasalının varlığı aracılığıyla rakip çiftlik otunu tespit edebilir ve kendi büyümeleri için bir avantaj elde etmek için allelokimyasallarının seviyelerini artırarak yanıt veren metil jasmonat ve metil salisilat (Bi vd. 2007), momilakton B Kato-Noguchi (2004) ve çeşitli fenolik bileşikler (Chou vd. 1981, Inderjit 1996, Yang vd. 2004) allelopatik olarak karakterize edilmiştir.

Chi vd. (2013)'nın araştırdığı gibi, otoksisite, mahsul verimini ve kalitesini düzenlemede önemli bir rol oynar. Çeltiğin ototoksisite mekanizmasını karakterize etmeye yardımcı olmak için, çeltik samanından bir ototoksin olan ferulik aside çeltik kökünün tepkisinin büyük ölçekli, transkriptomik bir analizini yaptık.

Köklerde artan ferulik asit konsantrasyonu ile kök büyüme hızı azalmış ve reaktif oksijen türleri, kalsiyum içeriği ve lipoksijenaz aktivitesi artmıştır. Transkriptom analizi, kısa ferulik asit maruziyetine (1- ve 3 saatlik uygulamalar, 1.204 gen) uzun maruz kalmaya (24 saat, 176 gen) göre daha fazla yanıt veren transkript ortaya çıkardı. İndüklenen genler, hücre duvarı oluşumunda, kimyasal detoksifikasyonda, ikincil metabolizmada, sinyal iletiminde ve abiyotik stres tepkisinde yer aldı.

Etilen ve jasmonik asit için sinyal ve biyosentez ile ilişkili genler, ferulik asit ile yukarı doğru düzenlenmiştir. Ferulik asit, ATP bağlayıcı kaset ve amino asit/oksin permeaz taşıyıcılarının yanı sıra lōsin bakımından zengin tekrar VIII ve reseptör benzeri sitoplazmik kinazlar VII protein kinazlar, APETALA2/etilen tepki faktörü, WRKY, MYB ve Zincfinger proteini gibi sinyal bileşenlerini kodlayan genleri yukarı regüle etti çiçeklenme meristem transkripsiyon faktörlerinde ifade edilir.

Chou ve Lin (1976)'nın anlatıldığı gibi Ferulik asit (FA), o-hidroksi fenil asetik asit ve p-kumarik asit gibi çeşitli fenolik bileşikler, toprakta çürüyen çeltik kalıntılarından izole edilmiştir. Bu bileşikler, FA > p-kumarik asit > o-hidroksi fenil asetik asit Yang vd. (2004a,b) sırasında çeltik bitkiciklerinin büyümesini engeller. Lyu vd. (1990), Holappa (1991), Bergmark vd. (1992) ve Pramanik vd. (2000)'nın anlatıldığı gibi, bitki köklerinin

FA'ya maruz kalması su kullanımını azaltır, yaprak genişlemesini ve kök uzamasını engeller ve besin alımını azaltır.

Baziramakenga vd. (1995), Devi ve Prasad (1996)'nın anlatıldığı gibi FA maruziyeti kök hücre zarlarını hızla depolarize eder, membran geçirgenliğinde genel bir artışa neden olur, lipid peroksidasyonunu indükler ve belirli enzimatik aktiviteleri etkiler yapmaktadır.

Iiyama vd. 1990, Sanchez (1996)'nın anlatıldığı gibi ferulik asit hücre duvarı polisakkaritleri ile esterlenebilir, lignin yapılarına dahil edilebilir veya lignini duvar polisakkaritlerine bağlayan köprüler oluşturarak hücre duvarı sertliği ve hücre büyümesinin kısıtlanması ile sonuçlanabilir.

Dos Santos vd. (2008), Ding vd. (2007), Huang vd. (2013)'nın anlatıldığı gibi Ferulik asit, bitkilerde hücre duvarına bağlı peroksidaz (POD) ve fenilalanin amonyak liyaz (PAL) aktivitelerini, lignin içeriğini ve kök büyümesini etkiler. Çeşitli raporlar, ototoksinlerin bitkilerde oksidatif stresi indüklediğini göstermiştir.

Apel ve Hirt (2004), Neill vd. (2002)'nin anlatıldığı gibi Reaktif oksijen türleri (ROS), streslere karşı bitki savunmasında ve hücre büyümesi ve gelişmesinde hayati bir rol oynar. Bir sinyal olarak düşük ROS konsantrasyonları hücre hasarın onarımına yol açabilir, ancak yüksek seviyeler programlanmış hücre ölümüne yol açabilir. Kalsiyum, bitkilerde büyüme ve gelişmenin önemli bir düzenleyicisidir. Kökün uzama bölgesindeki hücrelerin büyümesi sırasında ROS ile aktive olan kalsiyum kanal aktivitesi gereklidir.

2.9 Çeltik (*Oryza Sativa* L.) Türlerinin Çevresel Streslere

Chi vd. (2013), çeltik (*Oryza sativa* L.), monokot türlerinin çevresel streslere verdiği tepkilere yönelik genomik araştırmalar için bir model bitkisidir. Bu çalışmada, çeltik modeli ototoksin olarak FA kullanılmıştır ve ototoksin tarafından indüklenen çeltik kökü gen ekspresyonundaki değişiklikleri değerlendirmek için mikrodizi tahlili kullanılmıştır. Allelokimyasal sinyal iletim yollarında reaktif oksijen türlerinin (ROS) ve kalsiyumun olası katılımını tartışmıştır. Bu veriler, allelokimyasallara karşı bitki transkripsiyonel tepkilerini inceleyen önceki çalışmaları önemli ölçüde genişletir ve *O. sativa*'nın

ototoksisite mekanizmasını, özellikle de toprakta çürüyen çeltik kalıntılarının fitotoksik etkisini aydınlatmak için bir temel sağlanmaktadır.

Wu vd. (1976), Birkaç bilinmeyen ototoks da izole edildi. Kısa zincirli alifatik asitlerin (propiyonik, asetik asit bütirik asitler) dahil olduğu da çürüyen çeltik samanından bildirilmiştir. Özellikle, ohidroksifenilasetik yardımcı, 25 mg/l konsantrasyonda çeltiğin kök büyümesini önemli ölçüde engelledi. O-hidroksifenilasetik asit konsantrasyonunun, çeltik samanının toprakta ayrıştığı yaklaşık 10-'m'ye ulaştığını buldular.

Karmarkar ve Tabatabai (1991)'nın anlatıldığı gibi bitki tarafından salınan allelokimyasallar ve besin alımı arasında bir ilişki gözlemlenmiştir. Allelokimyasal aktiviteler, toprakta bulunan besinlerin formu, miktarı ve dengesi ile iyi tanımlanmaktadır.

Gent vd. (2005) bazı durumlarda, besin alımını iyileştirmek için allelokimyasallar kullanılmıştır. Oksalik asit ve sitrik asit, yetersiz koşullar altında K, Mg, P ve Fe alımını iyileştirmiş ve sonuç olarak stres koşullarında bitkinin kök ve sürgün gelişimini iyileştirmiştir

Franchi vd. (2009) bir süre allelokimyasalların besinlerin alımı üzerinde olumsuz etkisi bulunmuştur. Örneğin, ferulik asit ve sinamik asit, Fe, fosfor ve diğer besin maddelerinin mevcudiyetini azaltır. Bu azalma, bu allelokimyasalların varlığına bağlı olarak değişen hücre zarı geçirgenliğine bağlanmaktadır

Allelokimyasallar, bir dizi fizyolojik etki yoluyla genelleştirilmiş bir sitotoksisiteye neden olur (Einhellig 2004). Allelokimyasallara tepki olarak indüklenen bir dizi fizyolojik etki, genel bitki büyümesinde azalma (Weir vd. 2004, Mohamadi ve Rajaie 2009), iyon alımı, su emme ve mineral besinler (Akemo vd. 2000), yaprak su potansiyeli, ozmotik potansiyel, sürgün turgor basıncı (Sheteawi ve Tawfik 2007), yaprak alanı genişlemesi, kuru madde üretimi, fotosentez (Batish vd. 2001) ve stoma açıklığı boyutu ve yayılma iletkenliği (Gniazdowska ve Bogatek 2005), protein sentezi ve enzim aktivitelerinde etkiler göstermektedirler (Muscolo vd. 2001, Bertin vd. 2007). Bu fizyolojik süreçler, allelokimyasallar tarafından farklı şekillerde inhibe edilebilir veya uyarılabilir. Fenolik bileşiklerin etkisiyle hücre zarı, kökteki iyon akışını ve hidrolik

iletkenliği bozarak spesifik olmayan bir şekilde geçirgen hale gelir. Bitki zarındaki bu değişiklikler bitki-su ilişkisini, fotosentez hızını, solunumu, stomaların açılıp kapanmasını ve iyon dengesini bozabilir (Einhellig vd. 1985, Gerald vd. 1992).

Baziramakenga vd. (1997), ve Blum vd. (1999) ayrıca hücre zarının depolarizasyonunun ve iyon akışlarının fenolik asitlerden etkilendiğini belirtmiştir. Bazı şarlata otu tarafından üretilen sinnamik ve benzoik asidin soya fasulyesi üzerinde negatif allelopatik etkiye sahip olduğu, membran geçirgenliğini değiştirerek, iyonların taşınmasını ve klorofil içeriğini azaltarak thylakoid membrana zarar vererek çimlenmeyi ve bitkicik büyümesini ve biyokütleyi engellediği sonucuna varmışlardır.

Friebe vd. (1998) ve Chou ve Chiou (1979)'nın, Plazma zarı yoluyla besin alımına ilişkin anormalliklerin kök uzunluğunu azalttığı da varsayılmaktadır (eltik samanı eklenmesinin mevcut toprak azotunu ve Zn^{+2} , Ca^{+2} , Mn^{+2} , Cu^{+2} ve Na^{+} katyonlarını azalttığını belirtmişlerdir.

Wang ve Wang (2005). Yang vd. (2004a, b)'nn belrtildiği gibi salatalıkta üretilen ototoksinler ayrıca iyon alımını, PO_4^{3-} , Mg_2^{+} , NO_3^{-} , K^{+} ve Ca_2^{+} 'yı da azaltır (IAA oksidazın ve bazı temel makro ve mikro besinlerin emiliminin çeşitli allelokimyasallar tarafından azaldığını bildirmiştir.

2.10 Allelopati İstenmeyen Bitkileri

Wato (2020) Allelopati, istenmeyen bitkileri, böcek zararlılarını ve bitkilerdeki hastalıkları ele almak için kullanılacak organizmalar arasındaki etkileşimin mevcut bir ekolojik ilerlemesi olabilir. Birçok üründe, allelopati sıklıkla kullanılır, bunun sonucunda ürün rotasyonu, mağduriyet örtü bitkileri, malçlama, ürün dispnesi ve sıradan böcek haşere yönetimi için bitki zleri kullanılır. Mantarlar, bakteriler, virüsler ve nematodlar ile birlikte bitki patojenleri, ekonomik olarak hayati öneme sahip birçok üründe büyük verim kayıplarından sorumludur. Yapay zirai kimyasalların toprak kaplama, yaprak spreyi veya tohum pansuman olarak kullanımı, son günlerde mahsul hastalıklarının yönetimi için tercih edilen yaklaşımdır. Bitkilerden elde edilen doğal bileşikler, yapay kimyasallardan çok evre açısından güvenlidir. Son zamanlarda yapılan birçok çalışma,

allelokimyasalların çeşitli bitki patojenlerinin yönetimi için etkin bir şekilde kullanılacağını göstermiştir. Allelopati, tarımsal hasare yönetiminde pestisitlerden farklı olarak hoş bir çevre dostu sunar. Biyopotansiyelleri genellikle yapısal değişiklikler veya onları destekleyen kimyasal analogların sentezi ile artar.

Fang vd. (2020)'nın anlatıldığı gibi çeltik allelopatisi, agroekolojide çevre dostu bir uygulama olarak kabul edilen doğal bir yabancı ot kontrolü yöntemidir. Çeltiğin allelopatik potansiyeli, transkripsiyon faktörlerini kodlayanlar da dahil olmak üzere çeşitli genler tarafından düzenlenir. Çalışmada, çeltik allelopatisinin düzenlenmesindeki rolünü araştırmak için bir MYB transkripsiyon faktörü olan OsMYB57'yi karakterize etmektedir. Transkripsiyon aktivatörü VP64 kullanılarak çeltikte OsMYB57 ekspresyonunun arttırılması, çiftlik otuna karşı artan inhibitör oranları ile sonuçlanmıştır. Fenilpropanoid yolundan OsPAL, OsC4H, OsOMT ve OsCAD'in gen ekspresyon seviyeleri de yukarı regüle edildi ve l-fenilalanin içeriği arttı.

HiSeq ile birleştirilmiş kromatin immünopresipitasyon, OsMYB57'nin mitojenle aktive olan bir protein kinazı (OsMAPK11) transkripsiyonel olarak düzenlediğini gösterdi; ek olarak, OsMAPK11, OsPAL2;3 ile etkileşime girdi. OsPAL2;3'ün ifadesi, allelopatik çeltik PI312777'de allelopatik olmayan çeltik Lemont'tan daha yüksekti ve OsPAL2;3, Whirly transkripsiyon faktörleri tarafından negatif olarak düzenlendi. Ayrıca, *Penicillium* spp. dahil olmak üzere yabancı ot bastırma potansiyeline sahip mikroplar. ve *Bacillus* spp., artan OsMYB57 ekspresyonu ile çeltik katılım Kitaake'nin rizosferinde toplandı ve fenolik asit indüksiyonundan sorumluydu. Bulgularımız, OsMYB57'nin çeltik allelopatisini pozitif olarak düzenlediğini ve genetik modifikasyon yoluyla çeltik allelopatik özelliklerinin iyileştirilmesi için bir seçenek sunduğunu göstermektedir.

You (2021) Tür etkileşimleri ve mekanizmalarında, bitkilerin bir arada yaşamasını ve topluluk toplanmasını etkiler. Bitkiler arasındaki spesifik ve intraspesifik etkileşimlerin düzenlenmesinde akraba tanıma ve allelopati hakkında artan bilgiye rağmen, akraba tanımanın allelopatik etkileşime aracılık edip etmediği hakkında çok az şey bilinmektedir. Tarla denemelerinde ve bir dizi kontrollü deneyde çeltik yabancı otları üzerindeki etkilerini belirlemek için akraba ve akraba olmayan karışımlarda yetiştirilen akraba tanıma yeteneğine sahip allelopatik çeltik çeşitlerini kullanılmıştır. Etkileşimin potansiyel

mekanizmalarını, değiştirilmiş kök davranışı, allelokimyasal üretim ve baskın yabancı ot rakibinde ve ayrıca toprak mikrobiyal topluluklarında kaynak paylaşımı yoluyla deneysel olarak test edilmiştir.

Çeltik otlarının oluşumunun ve büyümesinin akraba olmayan karışımlara kıyasla akraba karışımlar tarafından daha fazla engellendiğini tutarlı bir şekilde bulmuştur. Etki, kök yerleşiminde değişikliklere neden olan, yabancı ot karbonunu ve nitrojen bölünmesini değiştiren, ancak benzer toprak mikrobiyal toplulukları ile ilişkili olan akraba tanıma tarafından yönlendirilmektedir. Daha da önemlisi, genetik akrabalık yabancı otlara yönelik müdahaleci köklerin üretimini arttırdı ve çeltik allelokimyasallarının üretimini azalttı. Bu bulgular, akrabalığın allelopatik bitkilerin komşu işbirlikçilerini (akrabalarını) veya rakiplerini ayırt etmelerine ve büyümelerini, rekabet güçlerini ve kimyasal savunmalarını buna göre ayarlamalarına izin verdiğini göstermektedir.

Khanh vd. (2018) Barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*), dünya çapında tarımda en zararlı ve sorunlu yabancı otlardan biridir. Bu otun morfolojisini ve habitatlarını vurgulamak ve alelokimyasal bileşenleri ve farmakolojik etkilerinin yanı sıra çeltikle (*Oryza sativa* L.) allelopatik etkileşimi hakkında kapsamlı bilgi sunmaktadır. Son 40 yıl. Laboratuvar biyo-tahlilleri ve kök salgıları deneylerinde, barnyardgrass, gösterge bitkilerinin büyümesi üzerinde kayda değer bir inhibisyon göstermiştir. Sera ve tarla deneylerinde, ahır otu girişiminin oransal yoğunluğuna bağlı olarak, çeltik verimi önemli ölçüde azaltmıştır.

Başlıca izole edilmiş kimyasal bileşenler (fenolikler, terpenler, steroidler, laktonlar, uzun yağlı asitler ve bunların türevlerine ait 59 bileşik dahil olmak üzere) kök salgıları ve istila edilmiş toprak dahil olmak üzere bu otun farklı kısımlarından tanımlanmış ve izole edilmiştir allelopatik eylemde. Bunlar arasında p-hidroksimandelik asitler, dietil ftalat ve iki lakton [7,8-dihidro-5,6-dehidrokavain (DDK) ve 7,8-dihidro kavain (DHK)] ve 2 biyosentezi için bir gen kümesi bulunur 4-dihidroksi-7-metoksi-1,4-benzoksazin-3-on (DIMBOA), çeltik tarlalarında ahır otunun engelleyici etkilerinden sorumlu olabilir. Bu allelokimyasalların etki tarzlarını ve çeltik ile çiftlik otu arasındaki allelopatik etkileşimleri açıklamaya yönelik girişimlerde, çiftlik otu ve çeltiğin allelopatik etkilerinin, allelopatik aktiviteyi arttırmak için köklerin eksüdasyonundaki

allelokimyasalları algılamaları bakımından benzer tepkilere sahip olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte, hangi bileşiklerin barnyardgrass allelopatisinde ana rol oynadığı ve çeltikle allelopatik etkileşimlerin gerçek modları belirsizliğini korumaktadır.

Sun ve He (2019)'nın anlatıldığı gibi kök eksüda ototoksitesinin (yani belirli bir bitkiden gelen kök eksüdalarının kendi üzerinde toksik etkileri vardır) yaygın olduğu kabul edilmiştir. Burada bitki türlerinin kimliğinin ve toprak fosfor (P) mevcudiyetinin bu ototoksiteyi ve olası stokiyometrik mekanizmaları nasıl etkilediğini inceledik. Aktif karbon (AC) ve toprak P'den oluşan dört işleme tabi tutulan üç türle (*Lactuca sativa*, *Sesbania cannabina* ve *Solidago canadensis*) bir deney gerçekleştirilmiştir. AC ilavesi, yüksek P altında her türün tüm bitki biyokütlesini artırmaktadır.

Liu vd. (2019) Mitojenle aktive olan protein kinazlar (MAPK'ler), bitki gelişiminde ve biyotik ve abiyotik streslere karşı adaptif tepkilerde önemli roller oynamaktadır. Son zamanlarda, bir çeltik MAPK geni olan OsMAPK20-5'in, otçul kaynaklı etilen ve nitrik oksit sinyali baskılayarak çeltik bitkilerini ototoksiteye karşı koruduğu rapor edilmiştir. Bu bağlamda, OsMAPK20-5'in susturulmasının, yaprak klasörü *Cnaphalocrocis medinalis*'in neden olduğu yaprak yuvarlanma yüzdesini ve *Magnaporthe grisea*'nın neden olduğu çeltik patlamasının şiddetini arttırdığını, ancak *Rhizoctonia solani*'nin neden olduğu kılıf yanıklığının şiddetini azalttığını gözlemlenmiştir. Bu bulgular, OsMAPK20-5'in susturulmasının tarladaki çeltik zararlıları üzerinde farklı etkileri olduğunu ve bu farklılıkların bitkilerde direnç stratejilerinin evrimi ve kullanılması için önemli etkileri olduğunu göstermektedir.

2.11 Allelopati Fitotoksik Etkileri

Masum vd. (2020) Bangladeşli yerli çeltik (*Oryza sativa* L. ssp. indica) çeşidi 'Goria'dan elde edilen saman, *Echinochloa oryzicola* üzerindeki fitotoksik etkileri gözlemlemek için gri bir toprağa dahil edildi. 'Goria' kalıntıları, *E. oryzicola*'nın büyümesi ve kuru ağırlığı üzerinde inhibisyona neden oldu. Aynı çeltik çeşidinin yetiştirilmesinde ototoksiteyi gözlemlemek için 'Goria' samanı ekleme oranı sırayla değerlendirildi. Toprağa saman katılmasından dolayı çeltiğin büyüme ve verim parametrelerinde bir olumlu etki bulunmuştur. 'Goria' samanının sulu metanol özleri, *Lepidium sativum* L. ve *E.*

oryzicola'nın bitkicik büyümesini engelledi, bu da bu çeşidin fitotoksik bileşik(ler) içerebileceğini düşündürdü. Biyolojik olarak aktif iki bileşik, (-)-loliolid ve 3p-hidroksi-5a,6a-epoksi-7-megastigmen-9-on, birkaç kromatografik aşama kullanılarak izole edildi. Bu iki bileşiğin fitotoksik potansiyeli, bunu doğrulamak için test florasının bitkicik büyümesi üzerinde *in vitro* olarak test edildi. 3p-hidroksi-5a,6a-epoksi-7-megastigmen-9-one'nin inhibitör aktivitesi, I50 değerlerinin karşılaştırılmasıyla gösterildiği gibi (-)-loliolidinkinden daha büyüktü. Bununla birlikte, iki bileşik, *L. sativum* ve *E. oryzicola*'nın büyümesini tek tek bileşiklerden daha güçlü bir şekilde sinerjistik olarak bastırdı. Sonuçlar, allelopatik çeltik *Goria* samanının dahil edilmesinin, herbisit olmayan yabancı ot kontrolünü sağlamak için çeltikte *E. oryzicola*'nın baskılanmasına yardımcı olabileceğini düşündürmektedir.

Hu vd. (2018) *Andrographis paniculata*'daki ototoksisiteyi belirlemek için, ototoksisitelerini belirlemek için yaprakların, gövdelerin ve yeniden ekilen toprağın sulu ekstraktlarını hazırladık. Tüm ekstraktlar, daha yüksek konsantrasyonda tohum çimlenmesini ve bitkicik büyümesini engellemiştir. HPLC kullanılarak, Andrographolide, ferulik asit, vanilik asit, kafeik asit, siringik asit, p-hidroksibenzoik asit, *A. paniculata* ekili topraklarda saptandı, ancak ekilmemiş topraklarda saptanmadı. Biyoanalizde, 5-fenolik bileşikler (ferulik asit, vanilik asit, kafeik asit, siringik asit, p-hidroksibenzoik asit), *A. paniculata*'nın tohum çimlenmesi ve bitkicik büyümesi üzerinde toksisite göstermiştir. Saksılardaki büyüme substratına aktif karbon eklenmesi, *A. paniculata*'nın büyümesini önemli ölçüde iyileştirdi ve biyokütle ve klorofil içeriğini arttırmıştır.

Khanh vd. (2007)'nın anlatıldığı gibi çeltik allelopati aktivitesi çeşide bağlıdır ve orijine bağlıdır, burada Japonica çeltiği *İndica* ve Japonica-*İndica* hibritlerinden daha fazla allelopatik aktivite gösterir. Çeltikteki allelopatik özellikler nicel olarak kalıtsaldır ve allelopatiyle ilgili birkaç özellik tanımlanmıştır. Sitokininler, diterpenoidler, yağ asitleri, flavonlar, glukopiranozitler, indoller, momilaktonlar (A ve B), orizaleksinler, fenoller, fenolik asitler, resorsinoller ve stigmastanoller gibi çok sayıda fitotoksin, çeltikte büyüme inhibitörleri olarak tanımlanmış ve belirlenmiştir. Bununla birlikte, doğadaki diğer güçlü çeltik fitotoksinlerinin yanı sıra bu bileşiklerin kaderi ve gerçek etki biçimleri iyi anlaşılmamıştır. Çeltik allelopatisinde hangi bileşiklerin önemli bir rol oynadığı sorusu

belirsizliğini koruyor; bununla birlikte, çeltik allelopatisi, mevcut tüm allelokimyasalların etkileşimine atfedilebilir. Çeltikte allelopatiyi belirleyen veya içeren genlerin çok fazla çaba sarf etmesine rağmen, bu genlerin hedef çeltik çeşitlerine dahil edilmesi henüz sağlanamamıştır. İyi ot bastırma kabiliyetine sahip yeni çeltik çeşitlerinin yetiştirilmesindeki başarı, çeltik yetiştiren ülkelerdeki çiftçilere fayda sağlayacak ve sürdürülebilir tarımsal üretimde önemli bir rol oynayacaktır.

Ruan vd. (2011) *Picea schrenkiana* iğnelerinin bir su ekstraktının dietil eter fraksiyonunun biyo-tahlil kılavuzlu fraksiyonasyonu, fenolik bileşik 3,4-dihidroksi-asetofenon (DHAP) izolasyonuna yol açtı. DHAP'ın allelopatik etkileri laboratuvar koşullarında *P. schrenkiana*, çeltik (*Oryza sativa* L.), buğday (*Triticum aestivum* L.), turp (*Raphanus sativus* L.), marul (*Lactuca sativa* L.), salatalık (*Cucumis*) üzerinde değerlendirildi. *sativus* L.) ve maş fasulyesi (*Phaseolus radiatus* L.). DHAP, 2.5 mM ve 0.5 mM konsantrasyonlarda *P. Schrenkiana*'nın tohum çimlenmesini ve bitkicik büyümesini önemli ölçüde inhibe etti ($p < 0.05$).

Toprak analizi, *P. Schrenkiana* orman topraklarının, doğal *P. Schrenkiana* alımını engellemeye yeterli, olağanüstü yüksek DHAP konsantrasyonları (ortalama = 0.51 ± 0.03 mg/g kuru toprak) içerdiğini ortaya çıkardı. DHAP ayrıca güçlü allelopatik potansiyel sergiledi. 1 mM ve 0.5 mM ($p < 0.05$) konsantrasyonlarında buğday ve marul tohumlarının çimlenmesini önemli ölçüde engellemiştir. Aktif bileşik ayrıca yüksek konsantrasyonlarda altı test türünün kök büyümesini tamamen engelledi. Sonuçlarımız hem allelokimyasal hem de ototoksik olarak DHAP'ın ikili bir rolü olduğunu göstermektedir. Tek bir bitki iğnesi ile yıkanmış bileşiğin hem türler arası hem de türler arası etkileşimleri etkileme potansiyeli, bitki sekonder metabolitlerinin bitki popülasyonu ve topluluk yapısı üzerinde sahip olabileceği karmaşık etkileri vurguladı.

Wang vd. (2020) Glutasyon S-transferaz (GST), biyotik ve abiyotik streslere karşı bitki direncinde önemli bir rol oynar. Bu yazıda kavun GST gen ailesi üyelerinin özellikleri genom çapında bir perspektiften analiz edilmiştir. Kavun genomunda sekiz sınıfa ait kırk dokuz GST tanımlanmıştır. Kavun ve diğer bitkilerdeki GST proteinlerinin filogenetik analizi sayesinde, farklı türlerde aynı alt familyaya ait üyelerin bir arada kümelandiği tespit edilmiş, bu da GST'nin alt familyalarının bu türler içinde ayrışmadan önce

çeşitlendiğini göstermektedir. Kromozom haritalama sonuçları, GST'lerin 5. kromozom hariç tüm kromozomlarda bulunduğunu gösterdi. Kavun GST gen ailesinin genişlemesinde ve evriminde gen replikasyon olayları önemli rol oynamaktadır. Kavun ototoksisite stresi ile ilgili transkriptome veri tabanında önemli farklı ekspresyona sahip on GST tarandı. Bu 10 GST'nin farklı ekspresyonu, sinamik asit ile muamele edilmiş kavun bitkiciklerinin köklerinde ve yapraklarında tespit edildi.

Kavun bitkiciklerinin köklerinde CmGSTU7, CmGSTU10, CmGSTU18, CmGSTF2 ve CmGSTL1'in bağıl ekspresyon düzeyi kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksekti. Beş GST'nin kavundaki sinamik asit aracılı ototoksisite stresinde önemli bir rol oynayabileceğini öne sürdü. Bu makalenin sonuçları, GST ailesinin evrimini ve fonksiyonel ardıllığını ortaya koymaya ve GST'nin kavundaki ototoksisite stresine tepkisini daha fazla anlamaya yardımcı oldu.

Zhang vd. (2020)'nin anlatıldığı gibi son yıllarda kavun yetiştiriciliğinde önemli olumsuz etkiler gösteren sürekli ürün ekimi, kavun üretiminde giderek yaygınlaşmaktadır. Ototoksisite, sürekli kırpma engeli için kritik bir faktördür. Bu çalışmanın amacı, klorofil floresan parametrelerindeki değişikliklerin kavun ototoksisitesinin derecesini ve zararını hassas bir şekilde yansıtıp yansıtmadığını araştırmaktır. Ototoksisiteyi simüle etmek için kavun bitkisinin kök sulu özü kullanıldı.

Ototoksisitenin tohum çimlenmesi, bitkicik morfolojisi, fotosentez ve klorofil a floresan geçici (OJIP) üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Sonuçlar, ototoksisitenin tohum çimlenmesini ve sonraki büyümeyi önemli ölçüde inhibe ettiğini göstermektedir. Ototoksisite altında kavun bitkiciklerinde klorofil ve karotenoid içeriği, fotosentez hızı, stoma iletkenliği, su kullanım etkinliği ve terleme hızı önemli ölçüde azalmıştır. OJIP test parametreleri, düşük uygulama konsantrasyonunda (0.01 ve 0.02 g/mL⁻¹) hafif bir iyileşme gösterdi veya belirgin bir değişiklik göstermedi ve yüksek konsantrasyonda (0.03 ve 0.04 g/mL⁻¹) hızla bozuldu, bu da konsantrasyona bağlı olarak tutarlıydı. ototoksisitenin özellikleri. Yüksek ototoksisite stres konsantrasyonu altında, aktif RC başına absorpsiyon akışı (ABS/RC), aktif RC başına harcanan enerji akışı (DIO/RC) gibi fotosistem II (PS II) reaksiyon merkezleri (RC) başına spesifik akışlar veya aktivitelerle ilgili çoğu parametre ve diğer parametreler, OJIP testinde önemli ölçüde arttı. Aynı

zamanda, birincil fotokimyanın maksimum kuantum verimi (ϕPo), absorpsiyon bazında performans indeksi (PIabs) ve diğer parametreler gibi verim veya akı oranları ve performans indeksi ile ilgili çoğu parametre önemli ölçüde azaldı. Ototoksitenin neden olduğu fotoinhibisyon, PS II'nin hem verici hem de alıcı tarafını etkiledi ve ardından bitkilerin büyümesini engelledi, fotosentetik pigment içeriğini azalttı. OJIP test parametreleri, ototoksitenin kavun bitkicikleri üzerindeki etkisini etkili bir şekilde ölçmek için kullanılabilir.

Asaduzzaman ve Asao (2020) çilek bitkileri daha yüksek kalite ve verim için hidroponik olarak yetiştirilir, çünkü bu sistem toprak kaynaklı hastalık sorunlarını ortadan kaldırır. Geri dönüştürülmüş hidroponik, ekimi uygun maliyetli, sürdürülebilir ve çevre dostu hale getirmek için uygulanmaktadır. Bununla birlikte, hidroponik besin çözeltisinin geri dönüşümü nedeniyle, bitki kök eksüdatları birikir ve büyüme ve gelişmeyi engelleyen bir allelopati şekli olan ototoksositeye yol açar.

Son yıllarda, geri dönüştürülmüş hidroponiği takiben sera ve fabrika koşulları altında çileğin ticari olarak yetiştirilmesi, dünya çapında yaygın bir şekilde benimsenmiştir. Daha sonra, biriken kök eksüdatlarından ototoksosite gelişmesi nedeniyle verim düşüşü de rapor edilmiştir. Geri dönüştürülmüş hidroponik sistemlerde, çilek bitkisinin büyümesi, kültür çözeltisinde esas olarak fenolik asitler içeren kök salgıları tarafından engellenir. Bu bağlamda, bu birikmiş kök eksüdatlarının veya allelokimyasalların kültür çözeltisinden elimine edilmesi, engellenmiş bitki büyümesini ve verimini geri kazandıracaktır.

Çilekte ototoksosite ve olası azaltma yöntemleri hakkında bir dizi araştırma çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar, besin çözeltisine aktif kömür eklenmesinin, yapraklara oksin eklenmesinin, besin çözeltisinde kök eksüdatlarının elektro-degradasyonunun ve amino asitlerin ve/veya LED'lerin eklenmesinin, altta yetiştirilen çilekte ototoksiteyi etkili bir şekilde ortadan kaldıracabileceğini/bozunabileceğini/azaltabileceğini göstermiştir. hidroponik geri dönüşüm. Bu derleme esas olarak geri dönüştürülmüş hidroponik altında çilekte ototoksosite olgusunu, sorumlu allelokimyasalları ve bunların etki mekanizmalarını, azaltma yöntemlerini ve bu alanda gelecekteki araştırma çabalarını tartışmaktadır.

Xin vd. (2019) Ototoksik allelopatinin replant problemlerinde kritik bir faktör olduğu düşünölmüştür. Yetiştirilmesi sık sık replant başarısızlığı nedeniyle engellenen *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels'in ototoksik allelokimyasallarını araştırmak için, rizosfer toprağından beş bileşik izole edildi ve imperatorin (1), α -spinasterol (2), vanilin (3), dibütil ftalat (4) ve ferulik asit (5). Biyolojik testler, 1, 3 ve 5 numaralı bileşiklerin *A. sinensis* ve *L. sativa* bitkiciklerinin büyümesini önemli ölçüde inhibe ettiğini gösterdi. *A. sinensis*'in toprak ortamında allelokimyasalların varlığı, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile daha da doğrulandı ve nicelendirildi. Bu allelokimyasalların rizosfer toprağındaki toplam konsantrasyonu 17.67 $\mu\text{g/g}$ 'a ulaştı.

Muamele edilen bitkiciklerin kök uçlarında reaktif oksijen türlerinin (ROS) belirlenmesi, ROS kaynaklı oksidatif hasarın oluşumunun allelokimyasalların ototoksitesinde önemli bir faktör olabileceğini göstermiştir. Bu bulgular, *A. sinensis*'in yetiştirilmesinde ototoksiste ve replant başarısızlığının mekanizmasını anlamak için yeni anlayışlar sağlar. Bu, tarımdaki bazı yeniden bitki sorunlarını ortadan kaldırmak için bir stratejinin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Yang (2019) ototoksiste, örtölü sebze yetiştirme sisteminde karşılaşılan yaygın bir sorundur. Bitki ototoksitesinin fitoremediasyonu, toprak ortamının bozulmasını ve sebze mahsullerinin verim ve kalitesinin azalmasını en aza indirmek için ortaya çıkan bir kavramdır. Brassinosteroidler (BR'ler), fitoremediasyona yardımcı olmak için potansiyel bir fitohormon olarak rapor edilmiştir. Bununla birlikte, BR'lerin neden olduğu ototoksiste stresinin bitki büyümesi, fotosentez ve antioksidan savunma sistemi üzerindeki etkileri tam olarak anlaşılamamıştır. Bu nedenle, ototoksiste stres koşulları altında 24-epibrassinolid (EBR) uygulamasına yanıt olarak salatalık yapraklarının fizyolojik özelliklerinde ve üst yapısındaki değişikliklere odaklandık. Sonuçlar, ototoksiste stres koşulları altında yaprak alanı, bitki boyu, taze ağırlık ve salatalık kuru ağırlığının belirgin şekilde azaldığını göstermiştir.

EBR uygulaması, salatalık bitkiciklerinin fenotipik özelliklerini açıkça geliştirdi. Ototoksiste stres koşulları altında salatalık yapraklarının klorofil içeriğı, net fotosentez hızı, stoma iletkenliği ve terleme hızı önemli ölçüde azalmıştır. EBR uygulaması, ototoksiste stres koşulları altında fotosentetik pigmentleri (klorofil a %15.80, klorofil b

%18.70 ve toplam klorofil içeriği %17.30), net fotosentetik oranı %36.40 ve yaprakların stoma açılmasını iyileştirdi. EBR uygulaması ayrıca ototoksisite stres koşulları altında kloroplast ve tilakoid yapıların bütünlüğünü korumuştur.

Katalaz (CAT), peroksidaz (POD) ve askorbat peroksidaz (APX) ve antioksidatif bileşikler askorbat (AsA) ve indirgenmiş glutatyon (GSH) içerikleri önemli ölçüde azaldı, ancak bunlar ototoksisite stresi altında EBR uygulamasından sonra açıkça arttı. EBR uygulaması ayrıca salatalık yapraklarında çözünür şeker ve protein ve prolin konsantrasyonunu sırasıyla %59.70, %7.22 ve %36.58 artırmış, malondialdehit içeriğini %24.13 ve reaktif oksijen türlerini (H_2O_2 %35.17, O_2 -%12.01) azaltmıştır ve OH %16.59 ve hücre zarının bağlı geçirgenliğini %14.31 azalttı. Bu bulgular, EBR uygulamasının yaprakların fotosentetik kapasitesini arttırdığını, kloroplast ve tilakoid yapıların bütünlüğünü koruduğunu ve ototoksisite stres koşulları altında lipid peroksidasyonu ve kök hasarının neden olduğu membran hasarını etkili bir şekilde azalttığını göstermektedir. Ototoksisite stresinin hıyar üzerindeki büyümeyi inhibe edici etkisi EBR uygulaması ile azaltılmıştır.

Vuli'c vd. (2022) Bu çalışmanın amacı, salisilik asidin (SA) bakla kök sisteminde ototoksik strese neden olmadaki rolünü değerlendirmek ve bakla (*Vicia faba*) ile buğday (*Triticum aestivum*) birlikte kültürünün bu stresi nasıl azalttığını araştırmaktır. Eksojen SA'nın *Fusarium solgunluğu*, bitkicik büyümesi, baklanın fizyolojik direnci ve *Fusarium oxysporum* f'nin patojenitesi üzerindeki etkilerini incelemek için bir hidroponik saksı deneyi tasarladık. sp. faba (FOF). Sonuçlar, SA'nın bakla *Fusarium solgunluğunun* insidansını ve hastalık indeksini önemli ölçüde arttırdığını, bitkiciklerin büyümesini engellediğini ve baklanın fizyolojik direncini azalttığını gösterdi.

FOF'un *in vitro* bir çalışması, SA'nın organizmanın fusarik asit, selüloz ve pektinaz üretme yeteneğini arttırdığını ve bu da baklanın *Fusarium solgunluğuna* duyarlılığını arttırdığını bulmuşlardır. Buğdayla birlikte bakla yetiştirme sonucunda, bakla köklerinde SA eksüdalarının içeriğini önemli ölçüde azalma göstermiştir. Dolayısıyla bu etkileşim sonucu SA'nın zararlı etkilerini doğrudan azaltmıştır. Alternatif olarak, birlikte yetiştirme peroksidaz ve katalaz aktivitesini artırarak, malondialdehit içeriğini azaltabilir ve baklanın kendini savunma yeteneğini geliştirebilmektedir. Sonuç olarak, ototoksik bir

bileşik olarak SA'nın bakla üzerinde *Fusarium* solgunluğunu şiddetlendirdiğini ve bu ürünün büyümesini etkilediğini bulunmuştur. Bununla birlikte, bakla ile buğdayın birlikte yetiştirilmesi, ototoksitesini hafifletebilmektedir.

2.12 Bitkilerinde Allelopati Ototoksik Reaksiyona

Ren ve Xie (2019). Phlorizin elma bitkisinde ototoksik reaksiyona neden olarak ciddi verim kayıplarına neden olabilir. Rhizobium'un hem fenolik bileşikleri parçalayabildiği hem de baklagil olmayanlarla karşılıklı olarak faydalı ilişkiler kurabildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte, fenolik bozundurucu rizobi, elma bitkisindeki ototoksitesiyi hafifletme potansiyeli nedeniyle nadiren çalışılmıştır. Bulgular: Bu çalışmanın amacı, fenolik parçalayıcı rizobinin *Malus hupehensis*'te phlorizinin neden olduğu toksik etkileri ortadan kaldırma kabiliyetini belirlemektir.

Sonuçlar, rhizobial suşu y5077 ile biyo-büyütmenin sadece phlorizini verimli bir şekilde parçalamakla kalmayıp, aynı zamanda phlorizinin neden olduğu büyüme inhibisyonunu da ortadan kaldırdığını gösterdi. Rhizobia aşılması melatonin birikimlerini arttırdı ve H₂O₂ ve malondialdehit üretimini azalttı. Bu arada, antioksidan enzimlerin aktiviteleri ve askorbat-glutasyon döngüsündeki genlerin ekspresyonu, florizin stresi altında daha düşük bir seviyede tutuldu. Ek olarak, ekzojen melatonin tedavisi, phlorizin tarafından antioksidan enzimlerin indüksiyonunu ortadan kaldırdı. Sonuçlar, rhizobia aşılamanın melatonin üretimini indükleyerek phlorizin kaynaklı oksidatif stresi hafifletebileceğini gösterdi. Sonuçlar fenolik parçalayıcı köksapın ototoksik elma bahçesinde toprak biyoremediasyonu için kullanılabileceğini öne süren gerçekler.

Zhang vd. (2020)'nın anlatıldığı gibi kavun, gıda, ilaç ve endüstride çok değerlidir. Son yıllarda kavunun sürekli ekim engelleri giderek daha fazla ön plana çıkmakta ve bu da ekimi ciddi şekilde etkilemektedir. Ototoksiste engeller için anahtar faktördür. Kök, ototoksiste karşı ilk sıra ve ototoksin salgılanması için ana organlardır. Ototoksiste ile ilgili bazı fizyolojik tepkiler ve farklı şekilde ifade edilen genler (DEG'ler) sadece kök sistemi ile sınırlıdır. İlgili araştırmaların eksikliği göz önüne alındığında, kavun köklerinde ototoksisteye tepki mekanizmasını karakterize etmeye yardımcı olmak için, kök eksüdalarının (RE) aracılık ettiği ototoksiste stresinden sonra kavun bitkiciksinin

transkriptome dizilimi ile birleştirilmiş fizyolojik araştırmalar yapıldı. Sonuçlar, ototoksisitenin kavun bitkiciklerinin kök morfogenezi inhibe ettiğini, reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı birikimini ve köklerde lipid peroksidasyonunu indüklediğini ve çoğu antioksidan enzimi aktive ettiğini gösterdi.

Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, ozmoregülasyon maddesi içeriği her zaman yüksek seviyedeydi. DEG'lerin köklerde ototoksisiteye tepkisi yapraklardakinden ayırt edildi. Bu DEG'lerin fonksiyonel açıklaması, ototoksisitenin biyolojik düzenlemeyi olumsuz bir şekilde etkilediğini ileri sürdü. DEG'ler esas olarak antioksidanların sentezinde, DNA hasarı ve metabolizmasında ve stres tepkisinde yer aldı. Bu aksilikler, kök morfogenezinin bozulması, cüce ve ince köklerin oluşumu ve sonuçta bitki ölümüne yol açmasıyla ilişkilendirildi. Sonuçlar, kökün ototoksisiteye tepki mekanizmasını ortaya çıkarmak için önemli bilgiler sağlayabilir ve kavundaki sürekli kırpma engellerini çözmek için teorik bir temel sağlayabilir.

Ren ve Xie (2019)'un anlatıldığı gibi ototoksik ginsenosidler, Sanqi ginseng'in (*Panax notoginseng*) replant başarısızlığının başlıca nedenlerinden biri olarak gösterilmiştir; bununla birlikte, ototoksik ginsenosidlerin mantar mikrobiyomu üzerindeki etkisi, özellikle toprak kaynaklı mantar patojenleri üzerindeki etkisi tam olarak anlaşılamamıştır. Bu çalışmada, ginsenosid monomerleri Rg1, Rb1 ve Rh1'in ve bunların karışımının (Karışım) toprak mantar topluluğunun bileşimi ve çeşitliliği ile topraktaki mantar topluluğunun bolluğu ve büyümesi üzerindeki etkisini araştırmayı amaçladık.

Saf kültürde toprak kaynaklı patojen *Fusarium oxysporum*. Ototoksik ginsenosidler eklenmesi, paylaşılan ve benzersiz tedaviye dayalı bileşenler içindeki taksonların yanı sıra toplam mantar mikrobiyomunun bileşimini değiştirdi, ancak alfa çeşitliliğini (α -çeşitliliği) değiştirmedi. Özellikle, ototoksik ginsenosidler, *Alternaria*, *Cylindrocarpon*, *Gibberella*, *Phoma* ve *Fusarium* gibi potansiyel olarak patojenik taksonları zenginleştirdi ve *Acremonium*, *Mucor* ve *Ochroconis* gibi faydalı taksonların bolluğunu azalttı.

Patojenik taksonların nispi bollukları, faydalı taksonlarınkilerle önemli ölçüde ve negatif olarak ilişkiliydi. Patojenik mantarlar arasında, *Fusarium* cinsi, ginsenosid ile muamele edilmiş topraklarda sürekli olarak artan *Fusarium oxysporum* bolluğu ile ginsenosid

ilavesine en duyarlıydı. Doğrulama testleri, ototoksik ginsenosidlerin, kök çürüklüğü patojeni *F. oxysporum*'un misel büyümesini ve konidyal çimlenmesini desteklediğini doğruladı. Ek olarak, ototoksik ginsenosid karışımı, patojen proliferasyonu üzerinde sinerjik etkiler sergiledi. Toplu olarak, bu sonuçlar, ototoksik ginsenosidlerin, Sanqi ginseng'in replant başarısızlığını iyileştirmede önemli bir engel oluşturan potansiyel toprak kaynaklı patojenlerin uyarılması yoluyla mantar mikrobiyomlarının dengesini bozabileceğini vurgulamaktadır.

Su vd. (2022)'nin açıkladığı gibi *Ambrosia artemisiifolia* ve *Ambrosia trifida* tarım, hayvancılık ve insan sağlığına ciddi zararlar veren yıllık istilacı bitkilerdir. Yüksek yoğunluklu, popülasyonlarının küme dağılımının önemli özelliğine dayanarak, ototoksinlerinin yoğunluk regülasyonu üzerinde bir etkisi olduğu tahmin edilmektedir. Bu çalışma, tür içi yoğunluk üzerindeki ototoksisitenin düzenlenmesini araştırdı. Tohum çimlenmesinin ototoksisitesini karşılaştırmak ve doğrulamak için iki bitkiden su özütleri kullandık, ototoksinlerin bileşenlerini analiz ettik.

Sonuçlar, *A. artemisiifolia* ve *A. trifida*'nın önemli ototoksisiteye sahip olduğunu ve tohum çimlenmesi üzerindeki en yüksek inhibisyon oranlarının sırasıyla %27.21 ve %77.94 olduğunu, ultra performanslı sıvı kromatografi tandem kütle spektrometrisi (UPLC-MS) analizi, klorojenik asit, kafeik asit, p-kumarik asit ve vanilin'in iki bitkinin ana ototoksinleri olduğunu ortaya çıkardı.

Tohumlar su ile yıkandıktan sonra, ototoksin uygulamasının inhibisyon derecesinin artmasıyla tohumların çimlenme geri kazanım oranı artmıştır. Bu nedenle, bu çalışma, tür içi rekabeti düzenlemek için *A. artemisiifolia* ve *A. trifida*'nın tohum çimlenmesini teşvik edebilen ve engelleyebilen *A. artemisiifolia* ve *A. trifida*'nın ototoksisitesini doğrulamıştır.

Huang vd. (2019)'nin anlattığı gibi ototoksisite, doğada yaygın bir fenomendir ve birçok doğal popülasyonda kanıtlanmış olan, bitki popülasyonlarının yeni doğal alımını etkileyen ana faktör olarak kabul edilir. *Cinnamomum migao* H. W. Li, çoğunlukla Güneybatı Çin'de dağıtılan endemik bir tıbbi odunsu bitki türüdür ve Çin'deki Nesli Tehlike Altındaki Bitkilerin Kırmızı kâğıdı tarafından nesli tükenmekte olan bir tür olarak

tanımlanır. Bitkicik eksikliği, nüfus yozlaşmasının önemli bir nedeni olarak kabul edilir; ancak, nedenlerini açıklamak için hiçbir çalışma yapılmamıştır. *C. migao* terpenoidler, fenolikler ve flavonoidler gibi yüksek allelopatik potansiyele sahip bileşikler içerir ve diğer türler üzerinde güçlü allelopatik etkilere sahiptir. Bu nedenle, vahşi doğada *C. migao* bitkicik kıtlığının nedenlerinden birinin ototoksik allelopati sergilemesi olduğunu düşünüyoruz.

Ototoksisite açısından gerçekleştirilen bu çalışmada, aynı popülasyonun yaprak, perikarp, tohum ve dallarını topladık; sahada *C. migao*'nun bu farklı anatomik kısımlarından çöpün ayrışmasının ve salınmasının etkilerini simüle ettik; ve ilişkili sulu ekstraktları kullanarak farklı konsantrasyon gradyanlarıyla bitkicik büyümesi üzerinde 210 günlük kontrol deneyleri gerçekleştirdik. Sonuçlar, yaprak sulu ekstraktının (*leaf* AE) büyüme göstergelerini önemli ölçüde inhibe ettiğini ve bitkiciklerin hücre zarının lipid yapısındaki hasarı arttırdığını gösterdi, bu da *C. migao*'dan kaynaklanan ototoksisitenin bitkicik büyümesini kısıtlayan bir faktör olduğunu ortaya koydu.

Toprak özelliklerinin analizlerinin sonuçları, diğer uygulamalarla karşılaştırıldığında, yaprak AE uygulamasının toprak enzim aktivitesini inhibe ettiğini ve ayrıca toprak mantarları üzerinde bir etkisi olduğunu göstermiştir. Yaprak AE bir dereceye kadar toprak verimliliğini artırabilmesine rağmen, ototoksik bileşiklerin bitkicik büyümesi üzerindeki etkisini değiştirmedi. Ototoksisitenin bitkicik büyümesini engelleyen ana engel ve *C. migao*'nun doğal rejenerasyonunu kısıtlayan faktör olduğu sonucuna varıyoruz.

Serra vd. (2021)'nın açıkladığı gibi Besin maddelerine erişimi güvence altına alma ve rakiplerinden daha iyi performans gösterme mücadelesinde, bazı bitki türleri, komşu bitkilerin büyümesini veya gelişmesini engelledikleri bir biyokimyasal cephanelik geliştirmiştir. Allelopati olarak bilinen bu süreç, çeltik de dahil olmak üzere günümüzün önemli mahsullerinin çoğunda bulunur.

Çeltik, rizosfere salınan ve çok sayıda bitki türünün büyümesini engelleyen momilaktonları, diterpenoidleri sentezler. Çeltiğin allelopatik potansiyeli onlarca yıl önce fark edilmiş olsa da momilaktonların biyosentezi, eksüdasyonu ve biyolojik aktivitesi ile ilgili birçok soru çözülmemiş durumda. Burada momilaktonlar, allelopatideki rolleri ve

sürdürülebilir yabancı ot yönetimi için bir temel olarak hizmet etme potansiyelleri hakkındaki mevcut bilgileri gözden geçiriyoruz. Momilaktonların ne zaman ve nasıl üretildiğine ve bitki hücrelerinde nasıl hareket ettiğine dair mevcut anlayışımızdaki boşlukları vurguluyor ve momilakton ve çeltik allelopati araştırmalarında sonraki adımları ne düşündüğümüzü ana hatlarıyla belirtmiştir. Çeltik ve diğer bitkilerde momilakton biyosentezi Diterpenler olarak momilaktonlar, öncü geranil geranil difosfattan (GGPP) çeşitli ara ürünleri içeren çeşitli hücresel organellerde bir dizi reaksiyon yoluyla üretilir.

Bileşikler, momilakton A ve B için sırasıyla $58.7 \mu\text{g g}^{-1}$ ve $23.4 \mu\text{g g}^{-1}$ 'e kadar kuru ağırlık konsantrasyonlarında hücreler içindeki yağ kütlelerinde üretilir ve depolanır (Nozaki vd. 2007,). *C. plumiforme*'deki momilakton A biyosentez genleri, genomda 150 kb içinde tandem olarak düzenlenir ve birlikte düzenlenir, briyofitlerde bildirilen ilk biyosentetik gen kümesidir (Mao vd. 2020). Bununla birlikte, gen düzeni ve işlevselliği, pirinç ve *E. crus-galli*'dekilerden farklıdır. Örneğin, çeltikteki momilakton biyosentezinin aksine, yolun ilk iki adımı tek bir iki işlevli diterpen siklaz, CpDTC1/HpDTC1 tarafından gerçekleştirilir (Okada vd. 2016).

Momilakton biyosentezi yapıcı değildir ve akraba olmayan komşu algısından sonra indüklenir. Momilaktonların çeltik dokularında yapısal olarak mevcut görünmediği ve köklerden sürekli olarak dışarı atılmadığı dikkat çekicidir. Birkaç çalışma, momilakton içeriğinin ve salgı/eksüdasyonun dış faktörler tarafından indüklenebileceğini göstermiştir. En önemlisi, çeltik bitkileri ahır otunun yanında yetiştirildiğinde veya ahır çim kökü eksüdatları ile muamele edildiğinde bitki ve kök eksüdatlarındaki momilakton B içeriği önemli ölçüde artmaktadır (Kong vd. 2006, Kato-Noguchi 2011, Zhang ve Li, 2019, Li vd. 2020). *Eclipta prostrata* ve *Leptochloa chinensis* dahil olmak üzere diğer yabancı ot türleri de çeltikle birlikte yetiştirildiklerinde momilakton üretimini ve/veya eksüdasyonunu indükleyebilmektedir (Yang ve Kong 2017).

Çeltik ve buğdayda (ve muhtemelen diğer türlerde) allelopati indüksiyonunun ortak teması, komşu bitkinin farklı bir türden veya en azından donör bireyle çok yakından ilişkili olmayan bir genotipten olması önkoşuludur. Sonuç olarak, allelopati indüksiyonu, akraba/akraba olmayan tanıma fenomenine bağlı görünmektedir yani, bir bireyin akraba

(genetik olarak yakından ilişkili) ve akraba olmayan (genetik olarak uzak akraba) arasında - şu anda bilinmeyen yollarla - ayırt etme yeteneğidir. Allelopati sırayla akraba olmayan bir yanıt olarak kabul edilebilir.

Bir allelopatik (PI312777) ve bir allelopatik olmayan (Liaojing-9) çeltik çeşidi çeşitli yabancı ot türleri ile birlikte yetiştirildiğinde, *O. sativa* (yabancı otlu çeltik) dışındaki tüm yabancı otlar, allelopatik çeşidin köklerinin yakınında büyümekten kaçınıyor gibi görünüyordu. Allelopatik olmayan çeltiğin varlığında, yanıtlar yabancı ot türleri arasında farklılık göstermiştir (Yang vd. 2018). Deney sadece allelopatik bir çeşitle yapılmış olsaydı, yabancı ot kökü büyümesi üzerindeki etkiler, çeltiği aktif olarak ona doğru büyümeyi engellemek yerine saf akraba olmayan tepkiler olarak yorumlanabilirdi.

Kısaca, momilakton B'nin düşük mikromolar seviyelerde hem monokot hem de dikot olmak üzere birçok türün büyümesini engellediği gösterilmiştir. Sadece bir çalışma (Kato-Noguchi vd. 2010) alıcı bitki dokusu içindeki momilakton B'nin yarı maksimum etki konsantrasyonunu (IC50) ölçtü ve hipokotil ve kök için sırasıyla 0.09 μM ve 0.95 μM dahili IC50 bildirdi. Momilakton B sadece büyümeyi değil aynı zamanda çimlenmeyi de engeller: Değişen konsantrasyonlarda momilakton B içeren filtre kağıdına yerleştirilen *A. thaliana* tohumları, bu türlerde kök ve hipokotil büyüme inhibisyonu için ölçülenlerden çok daha yüksek olan 48.4 μM 'lik bir çimlenme IC50'si ortaya çıkardı. (Kato-Noguchi vd. 2013).

Momilakton B'nin etki şekli büyük ölçüde bilinmemektedir Metodolojiden bağımsız olarak, momilakton B'nin büyümeyi inhibe edici aktivitesi açıkça gösterilmiştir. Bununla birlikte, momilakton B'nin birkaç on yıl önce tanımlanmasına ve ana çeltik allelokimyasalı olduğu bilinmesine rağmen, bitki büyümesini inhibe etme mekanizması ve etki şekli hala çözülmemiştir.

Momilakton B'nin moleküler hedefini ortaya çıkarmak için, A'da farklı şekilde biriken proteinleri tanımlamak için matris destekli lazer desorpsiyon/iyonizasyon uçuş süresi MS (MALDI-TOF-MS) ile birleştirilmiş SDS-PAGE ve iki boyutlu jel elektroforezi kullanıldı. Yüksek konsantrasyonda (100 μM) momilakton B ile muamele üzerine *thaliana* bitkicikleri (Kato-Noguchi vd. 2013, Kato-Noguchi ve Kitajima 2015). Her iki

çalışmada da momilakton B muamelden sonra CRUCIFERIN 2 (CRU2) birikimi tespit edilmiştir (Kato-Noguchi vd. 2013). Momilakton B muamele sonucu üç protein daha birikirken, dört proteinin tükenmiş olarak tanımlanmıştır (Kato-Noguchi ve Kitajima 2015).

Özetle, mevcut veriler momilakton B'ye moleküler bir fonksiyonun atanmasına izin vermemektedir. Bununla birlikte, bu proteomik ve transkriptomik çalışmalar, momilakton B'nin moleküler etki modunu anlamaya yönelik gelecekteki çalışmalar için olası yaklaşımları göstermektedir.

Çeltik samanında bulunan bazı özel metabolitlerin ototoksik olduğu öne sürülmüştür. Örneği fenolik asitler [örn. ferulik asit (FA), o-hidroksi fenil asetik asit ve p-kumarik asit], flavonoidler ve terpenoidler (Whitehead 1964, Yang vd. 2002, Chi vd. 2013). Çeltikte ototoksikite toleransının moleküler mekanizması hakkında bilgi edinmek için Chi vd. (2013) mikrodiziler kullanarak transkriptomik analizler gerçekleştirmiştir. Nispeten yüksek 50 mg/l FA (257 µM) konsantrasyonu ile muamele, çeltik kökü büyümesini bozmuştur ve hücre duvarı sentezi, kimyasal detoksifikasyon, ikincil metabolizma ve stres tepkisinde yer alan genleri indüklenmiştir (Chi vd. 2013).

Bu çeşitler, çeltikte yaygın olarak muhafaza edildiğinden momilakton biyosentez yoluna sahip olabilir, ancak allelopatik çeşitlerden daha düşük bir seviyede ifade edilebilir (Miyamoto vd. 2016). Bu nedenle, momilakton biyosentez kümesinin tanıtılması veya mevcut biyosentetik genlerin veya geleneksel yetiştirme programlarının ifadesinin artırılması, yabancı otlarla daha iyi rekabet eden çeltik çeşitlerinin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

2.13 Alelopatinin Avantajları

Allelopatik bitkiler, bitkilere dahil edilebilen veya bitkiler üzerindeki etkileri yoluyla faydalı bir şekilde yararlanılabilen tarım sistemlerinde birçok avantaj sağlamaktadırlar. Alkaloidler, flavonoidler, siyanojenik bileşikler, sinamik asit türevleri, benzoksazinler, etilen ve diğer bazı uyarıcılar dahil olmak üzere çeşitli allelokimyasal sınıfları, çeşitli karasal ve sucul çimlenen bitkicik ve onların köklerinden ekstrakte edilebilir. Bu

kimyasallar pek çok bitki için oldukça faydalı, basit yararsız veya potansiyel olarak fitotoksik allelo-kimyasallardır.

Yabani otlar belirli bitkilere seçici olarak baskılamaktadır, ancak mısır türleri, acı bakla, yulaf, pancar, buğday, bezelye, darı, arpa, çavdar vb. gibi çok tüketilen ekin ve mahsulün büyümesini genel olarak önemli derecede engel oluşturmamaktadır. Bazen refakatçi bitki veya bitkiler ana bitkiye baskılamada etkili olduğu kanıtlar bulunmaktadır. Bazı parazitler yabani otlar, tohumlardan salınan ve konakçılarına yanıt olarak filizlenen kimyasal bileşikler üretilmektedir. Bu kimyasalarda etilen üretim çok önemlidir ve bir çok bitki türün tohum dormansiye kırarak tohum çimlendirmesinde kullanılabilir.

Öldürücü allelokimyasalları yabancı otların çimlenmesine kullanılması, topraktaki uyuyan tohumların sayısını azaltmasına etki yapmaktadır ve verimli bir şekilde kontrol edilebilmesinde faydelidir. Örneğin allelopatik bitki mahsullerini mahsul rotasyonunda kullanmak, mahsulü tütün ile kapatmak, tütün yaprakların malç olarak kullanılması vb. Bu tipi allelokimyasalların kalıntıları fitotoksik olabilir, dolayısıyla çok dikkatli ilerlemesinde yararlıdır.

Mikroorganizmalar, salınan allelokimyasalları kolayca değiştirebildikleri veya dönüştürebildikleri için allelopatik etkileşimlerde hayati bir rol oynarlar. Ekin bitkilerinin allelopatik özelliklerini iyileştirmek ve yabani otları bastırma yeteneklerini geliştirmek için genetik modifikasyonu bir olasılık olarak öne sürmektedir. Allelokimyasal, momilakton B, *Echinochloa crusgalli* ve *Echinochloa kolonata* gibi bakterileri yabani otlarının büyümesine engellemektedir (Kato-Noguchi vd. 2008).

Çoğu allelopatik çeltik çeşidinde, birden fazla allelokimyasal mevcuttur ve yabani otların önlenmesinde rol oynayabilmektedir. Kültürel yönetim seçenekleriyle birleştirilmiş allelopatik çeltik çeşitleri bu nedenle çekici olup, ve çeltik ekosistemlerindeki yabani otların alternatif kimyasal kontrolüne katkıda bulunan potansiyel bir strateji olarak kullanılabilmektedir (Olofsdotter vd. 2002).

Bu vd. (2018) yaptığı bir çalışmada 3-fenilpropiyonik asit (PA) gibi benzoik ve sinnamik asit türevleri, salatalık kökü eksdalarından tanımlanan ana ototoksinlerdir. Bu alışmada, PA kaynaklı stres altında salatalık tohumlarının çimlenmesi üzerine katkılı silikonun (Si) etkilerini araştırılmıştır. Salatalık tomurcuğu bitkicikleri, işlemiden 0, 4, 8, 12, 24, 36 ve 48 saat sonra hasat edildi ve bitki büyümesi, amilaz aktivitesi ve gen ekspresyonu ve nişasta metabolizması açısından değerlendirilmiştir.

Sonuçlar, PA'nın salatalık tomurcuk bitkiciklerinin tohum çimlenme oranını, tohum canlılığını, kök uzunluğunu, yan kök sayısını, taze ağırlığı ve çözünür şeker içeriğini önemli ölçüde azalttığını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, PA nişasta içeriğini arttırdı. Silikon takviyesi, PA ile muamele edilmiş bitkilerin büyümesini destekledi ve salatalık tomurcuk bitkiciklerinin çimlenme oranını, tohum gücünü ve çözünür şeker içeriğini önemli ölçüde arttırdı. Kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında, PA uygulamasından sonra çimlenme sırasında α - (AMY) ve β -amilaz (BMY) seviyeleri ve aktiviteleri önemli ölçüde azaldı. Silikon takviyesi, amilaz aktivitesini önemli ölçüde iyileştirdi ve toplam amilaz ve β -amilaz aktiviteleri 36 saatte maksimum değerlere ulaştı. PA, AMY ve BMY'nin nispi ekspresyon seviyelerini önemli ölçüde aşağı regüle ederken, eksojen silikon, transkript seviyelerini önemli ölçüde arttırdı. Bu sonuçlar, Si takviyesinin, hem fizyolojik hem de moleküler seviyelerde tohum çimlenmesi sırasında PA'nın neden olduğu salatalık ototoksisitesini hafiflettiğini göstermektedir.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Japonica alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidi, Javanica alt türüne ait Çilamaya Munçul çeşidi ve, İndica alt türüne ait Baroma çeşidi BALITPA - *Balai Penelitian Tanaman Padi* (Endonezya Çeltik Araştırma Merkezi)'nden temin edilmiştir.

Bu tez çalışmasında, Japonica tipi / alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidi- Japonica alt türü olarak, Javanica tipi / alt türüne ait Çilamaya Munçul çeşidi - Javanica alt türü olarak ve, İndica tipi /alt türüne ait Baroma çeşidi, İndica alt türü olarak adlandırılmıştır/anlatılmıştır.

Tohumun sağlıklı ve temiz olmasına dikkat edilerek, deneme işlemlerden önce yabancı maddelerden temizlenmiştir.



Şekil 3.1 Japonica alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidi, Javanica alt türüne ait Çilamaya Munçul çeşidi ve İndica alt türüne ait Baroma çeşidine ait tohum örnekleri

3.1.1 Çalışmada kullanılan her 3 alt türüne ait çeşitlerin özellikleri

(a) Tarabas: Bu çeşit çeltik araştırma merkezi tarafından BALITPA-Balai Penelitian Tanaman Padi Indonesia (Çesit Sahibi Kuruluş) 2017 yılında tescil edilmiştir. SK Mentan: 332/Kpts/TP.030/5/2017.

Çizelge 3.1 *Oryza sativa* alt tür japonica'nın Tarabas çeşidinin özellikleri

Özellik	Tarabas
Alt türü	Japonica
Olgunlaşma süresi	131 gün
Bitki yüksekliği	122 cm
Tane şekli	Daha yuvarlak
Felaket	Yatmayı orta dayanıklı
Çeltik dokusu	Kabarık ve yapıştırıcı
Potansiyel verim	5.3 ton/ha öğütülmüş kuru tahıl
Ortalama verim	4.1 ton/ha öğütülmüş kuru tahıl
Amiloz oranı	17.73%
Haşere direnci ve hastalık	<i>Nilaparvata lugens</i> , çeltik tungro bacilliform virusu, <i>Pyricularia grisea</i> (mantar), bacterial leaf blight

Kaynak: bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/varietas-padi/inbrida-padi-sawah-inpari/tarabas



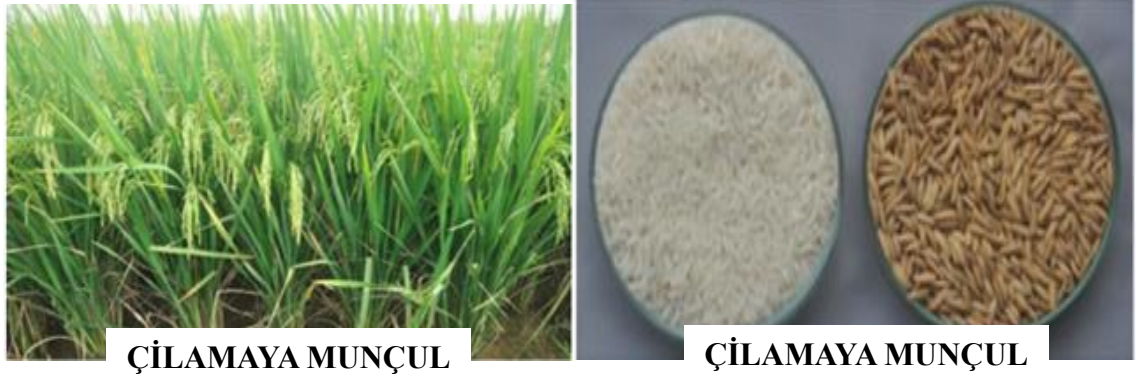
Şekil 3.2 Japonica alt türüne ait Tarabas çeltik çeşidine ait tarlada çeltik bitkileri ve dane örnekleri

(b) Çilamaya Munçul: Bu çeşit çeltik araştırma merkezi tarafından BALITPA-Balai Penelitian Tanaman Padi (Çesit Sahibi Kuruluş) 1996 (Tescil Yılı) yılında sunulmuştur.

Çizelge 3.2 *Oryza sativa* alt tür javanica'nın Çilamaya Munçul çeşidinin özellikleri

Özellik	Çilamaya Munçul
Alt türü	Javanica
Olgunlaşma süresi	126-130 günlük
Bitki yüksekliği	90-105 cm
Tane şekli	Yuvarlak ve büyük
Felaket	Yatmayı dayanıklı
Çeltik dokusu	Yapıştırlık
Potansiyel verim	7 ton/ha öğütülmüş kuru tahıl
Ortalama verim	6 ton/ha öğütülmüş kuru tahıl
Amiloz oranı	21.0 %
Haşere direnci ve hastalık	<i>Nilaparvata lugens</i> , bacterial leaf blight

Kaynak: slideshare.net/IBSetiawan/deskripsi-varietas-padi-2009



ÇİLAMAYA MUNÇUL

ÇİLAMAYA MUNÇUL

Şekil 3.3 Javanica alt türüne ait Çilamaya Munçul çeltik çeşidine ait tarlada çeltik bitkileri ve dane örnekleri

(c) Baroma: Bu çeşit çeltik araştırma merkezi tarafından BALITPA-Balai Penelitian Tanaman Padi (Çesit Sahibi Kuruluş) 2019 yılında tescil edilmiştir. SK Mentan: 163/HK.540/C/01/2019.

Çizelge 3.3 *Oryza sativa* alt tür indica'nın Baroma çeşidinin özellikleri

Özellik	Baroma
Alt türü	İndica
Olgunlaşma süresi	113 günlük
Bitki yüksekliği	112 cm
Tane şekli	Daha uzun ve ince
Felaket	Yatmayı dayanıklı
Çeltik dokusu	Yapıştırsız
Potansiyel verim	9.18 ton/ha öğütülmüş kuru tahıl
Ortalama verim	6.01 ton/ha öğütülmüş kuru tahıl
Amiloz oranı	22.55 %
Haşere direnci ve hastalık	<i>Nilaparvata lugens</i> , çeltik tungro <i>bacilliform</i> virusu, <i>Pyricularia grisea</i> (mantar)

Kaynak: bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/varietas-padi/inbrida-padi-sawah inpari/baroma



Şekil 3.4 İndica alt türüne ait Baroma çeltik çeşidine ait tarlada çeltik bitkileri ve dane örnekleri

3.2 Yöntem

3.2.1 Araştırmanın zamanı ve deneme tesisin özellikleri

Bu araştırma Aralık 2021- Ağustos 2022 arasında T.C. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalına ait Bitki Biyoteknoloji Laboratuvarında yürütülmüştür.

3.2.2 Yüzey sterilizasyonu

Yukarıda belirtilmiş çeltik çeşitlerine ait sağlıklı tohumlarında, *in vitro* koşullarda kontaminasyonunu en aza indirmek için:

- 20 dk boyunca %20, konsantrasyonda (h/h) çamaşır suyu (%2 sodyum hipoklorit -NaOCl)
- 20 dk (dakika) boyunca %25, konsantrasyonda (h/h) çamaşır suyu (%2.5 sodyum hipoklorit -NaOCl)
- Oda sıcaklıkta 45 dk boyunca %25, konsantrasyonda (h/h) (%2.5 sodyum hipoklorit -NaOCl)
- 50°C sıcaklıkta 45 dk boyunca %45, konsantrasyonda (h/h) (%4.5 sodyum hipoklorit -NaOCl)

kullanılarak yüzey sterilizasyon sağlanmıştır.

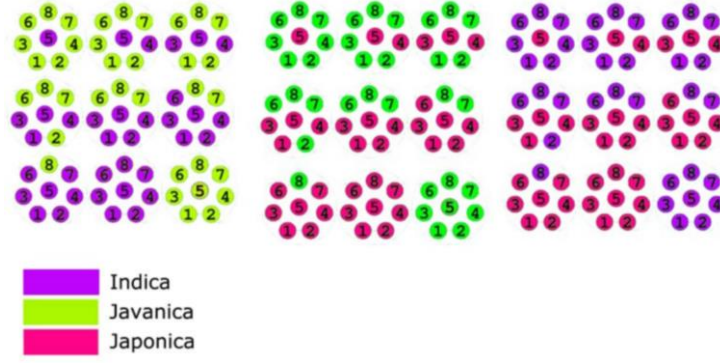


Şekil 3.5 Çeltik çeşitlerine yüzey sterilizasyon sağlanması

Protokol 1, 2, ve 3’de NaOCl izlerini uzaklaştırmak için sterilizasyondan sonra 3×5 dk durulama yapılmıştır. Kullanılan steril saf suyunun sıcaklığı oda sıcaklığına ($24\pm 2^{\circ}\text{C}$) ayarlanmıştır.

Ayrıca, protokol 4’te NaOCl izlerin uzaklaştırmak için 3×5 dk durulama yapmak için kullanılan steril saf suyunun sıcaklığı 50°C olarak ayarlanmıştır. Bu adımda tohumlarından ölü ve yüzen tohumları elenmiştir.

Deneme, üç adet çeltik eko coğrafik alt türü (Japonica, Javanica ve İndica) üzerinde gerçekleştirilmiştir. Her bir çeltik alt türüne alt bitkilerine aynı muamele ile ancak Şekil 3.6 de gösterdiği gibi ayrı ayrı kombinasyonu ile muamele ederek kültüre alınmıştır ve morfolojik ve kimyasal analizlerine tabii tutulmuştur. Çalışmada Japonica, Javanica ve İndica alt türün 9 adet muamele ve her muamelede 3’er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet Japonica, Javanica veya İndica alt tür kullanılmıştır. 2. Kontrol muamelesinde tersine 8’er adet Japonica, Javanica veya İndica alt türüne ait tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4’er adet Japonica, Javanica veya İndica alt türüne ait tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır. Ayrıntılar bulgular kısmında, verilen çizelgelerde ve resim 3.6’de anlatılmıştır.



Şekil 3.6 Her 3 adet İndica, Javanica ve Japonica ait türüne deneme, üç tekerrürlü olup 27ler Petri® kutuları ile oluşturulmuş olup, 81 Petri® kutuları ile tamamlanmıştır

Deneme, üç tekerrürlü olup 81 petri olarak yapılmıştır. Bitkicik yetiştirilmesi için 100×10 mm polystyrene Petri® kutuları kullanılmıştır ve materyal yöntemde belirtilmiş gibi gözlemler alınmıştır.

İndica	Javanica	Japonica	İndica	Javanica	Japonica
0	8	0	8	0	8
1	7	1	7	1	7
2	6	2	6	2	6
3	5	3	5	3	5
4	4	4	4	4	4
5	3	5	3	5	3
6	2	6	2	6	2
7	1	7	1	7	1
8	0	8	0	8	0

Şekil 3.7 Petri® kutularına 8'er adet tohum kombinasyonu kullanılmıştır

Deneme Sanyo Versatile Environmental Kabin içerisinde birbirini takip eden uç yetiştirme haftada tek faktöriyel deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Petri® kutularına 8'er adet tohum kombinasyonu kullanılmıştır. Deneme sonunda ölçümler yapılmıştır.

3.2.3 Bitki büyüme ortamları ve düzenleyicileri

İki adet deneme yapılmıştır:

- i. Denemelerde, MS mineral tuz ve vitaminleri (Murashige ve Skoog 1962), 30 g/l sukroz, ile katılaştırma amacıyla 6.5 g/l agar kullanılmıştır. Ortam hazırlığında çift distile saf su kullanılmıştır.
- ii. Denemelerde yalnız çift distile saf suyu kullanılmıştır.

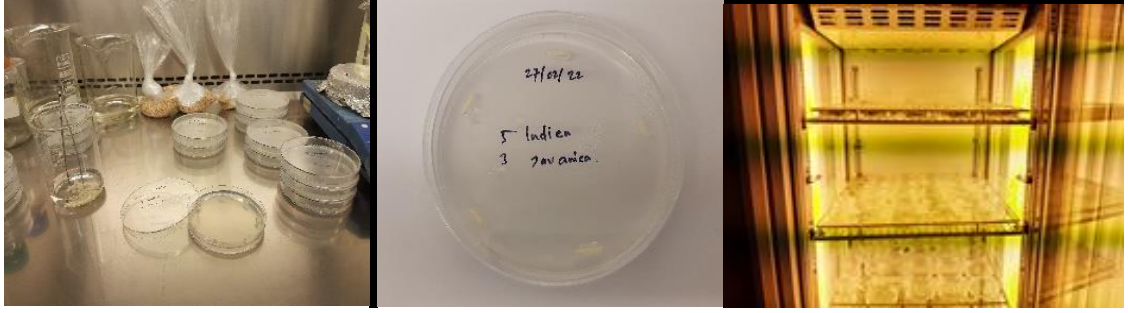


Şekil 3.8 Bitki büyüme ortamları ve düzenleyicileri

Besin ortamının pH'sı 1 N NaOH ya da 0.1 NHCl kullanılarak 5.6 - 5.8'e ayarlanmıştır. Otoklavlanma 20 dk süre ile 1.45 KPa atmosferik basınç ve 121°C sıcaklığı ayarlanarak yapılmıştır.

3.2.4 Tohum çimlendirilmesi ve kültür koşulları

İlk önce deneme çeşitlerine ait tohumların kabukları iğne kullanılarak manual ayıklama yapılmıştır. Ardından denemede kullanılan 3 adet çeltik alt türüne ait tohumları deneme ihtiyaçlarına göre steril ederek MS ortamına kültüre alınmıştır. Ardından, deneme amacıyla kullanılan tohumları 24°C'de iklim odasında 16 saat beyaz floresans ışığı altında tutularak çimlendirilmiştir.



Şekil 3.9 Tohum çimlendirilmesi ve kültür koşulları

3.2.5 Çimlenme çalışmaları

Belirtilen uygulamalar sonrası tohumlar çimlendirme dolaplarına (inkubatora) transfer edilerek $24\pm1^{\circ}\text{C}$ ve karanlık şartlarda çimlenmeye bırakılmıştır. Tohumlara optimal çimlenme sağlamak için yeterli saf su ilave edilmiştir. ISTA (Uluslararası Tohum Test Derneği) 1996 kurallarına göre uygun olarak ölçüm ve sayımlar yapılmıştır. Kurulan çimlendirme denemelerinde izlenen parametreler için 21 gün sonra ölçümler yapılmıştır.



Şekil 3.10 Çimlenme çalışmaları

Bu parametreler “kök uzunluğu”, “sürgün uzunluğu”, “yaş ağırlık” ve “kuru ağırlık” ölçümü şeklindedir ve her petriden tesadüfi olarak hepsi 8’er adet tohum ölçümlerin ortalaması alınmıştır. Kuru ağırlığın ölçülmesi için yaş bitkiler 70°C ’lik 48 saat kurutulmuştur.

3.2.6 Bitkiciklerin büyütülmesi

Steril edilmiş tohumlardan bitkicikler büyüme denemeleri 21 gün veya durumuna bağlı olarak daha uzun veya kısa süre devam edilmiştir. Japonica, Javanica ve İndica alt türüne ait tohumların çimlendirilmesi ve bitkiciklerin büyümelerinde sorun yaşanırken sorunları çözmek amacıyla denemelerde uygun modifikasyon/ları uygulanmıştır.

3.3 Denemede İnceleme Morfolojik Özellikler

1. Tohum ortalama çimlenme çıkış oranı (%), her bir petriden ekilen toplam tohum sayısına göre tohumlardan tohum çıkış yüzdesidir. Gözlemin 21. gününe kadar çimlenmesine izin verilen tohum sayısı belirlenerek bitkicik oluşum yüzdesi hesaplanmıştır.

$$BY = \frac{21 \text{ gün sonra çimlenen tohumların sayısı}}{\text{Tohumların toplam sayısı}} \times 100\%$$

- i. N1: (21. gün) normal çimlenen tohum sayısı
 - ii. N : toplam tohum sayısı Ellis ve Roberts (1981) ve Ruan vd. (2002).
2. Sürgün uzunluğu (cm), her petride rastgele tespit edilen her bitkinin besiyerinin yüzeyinden tepe noktasına kadar bir cetvel ile ölçülerek belirlenmiştir (Heady 1957, Karakaş 1996, Cornelissen vd. 2003, Perez-Harguindeguy vd. 2016, Zambı 2019).
 3. Kök uzunluğu (cm), her bir petride rastgele tespit edilen her bitkinin kökleri ortamdan uzaklaştırıldıktan sonra cetvelle ölçülerek belirlenmiştir (Zambı 2019). Elde edilen çeltik bitkisinin kök kısmı cetvel yardımıyla ölçülmüş ve sonuçlar cm cinsinden ifade edilmiştir.
 4. Toplam kök sayısı (miktarı), her bir petri kabında rastgele belirlenen ortamlardan kökler alındıktan sonra her bitkide görünen kök sayısı sayılarak belirlenmiştir.
 5. Bitkicik sap genişliği (cm), Her bitki için bitkicik genişliği 3 tekerrürden alınmıştır. Plantet, kök ve sürgün genişliği ölçümleri ISTA'nın tür için belirlediği kurallara göre yapılmış ve cetvelle (cm) ölçülmüştür.
 6. Bitki boyu (cm), her tekerrürden her bitki seçilerek hesaplanmış, kökler distile su ile yıkanmış ve ölçülmüştür. Bitkinin sürgünü, kök ile bağlantısının üstündeki alan olarak alınır. Bitkiciklerin, köklerin ve sürgünlerin toplam uzunluklarının ölçümü bir cetvel kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
 7. Yaprak sayısı (adet), bitkicikler, uygulamadan 21 gün sonra hasat edildi, ardından her bitkiden büyüyen yaprak sayısı sayılmıştır.

8. Kök yaş ağırlıkları (g), her bir bitkiden köklerin her petriden alınarak ortamdan temizlenerek gövdelerden kesilerek hassas terazi ile tartılarak ağırlıkları kaydedilmiştir (Zambi 2019).
9. Yaprak yaş ağırlığı (g), her bir bitkiden alınan her bitkinin yaprakları ortamdan temizlenip köklerinden kesildikten sonra hassas terazi ile tartılarak kaydedilmiştir (Zambi 2019).
10. Bitkicik yaş ağırlığı (g), her bitkiden seçilen her bitkinin ortamdan temizlendikten sonra kök ve sürgün ölçümleri kaydedilmiş ve hassas terazi ile tartılmıştır (Zambi 2019).
11. Kök kuru ağırlığı (g), her bir petriden alınan her bitkinin kök kuru ağırlığı kökleri, işlem koduna göre kağıt torbalara konulmuş, 70 °C'de 48 saat etüvde kurutulmuş, daha sonra hassas terazi ile tartılmış ve kaydedilmiştir (Dzowela vd. 1995, Sairam vd. 2002, ARC-ITSC Analiz Hizmetleri 2016).
12. Yaprak kuru ağırlığı (g), her bitkinin yaprak kuru ağırlığı işlem koduna göre kağıt torbalara yerleştirilen her bir petriden alınmış, 70 °C'de 48 saat etüvde kurutulmuş ve hassas terazi ile tartılmış ve kaydedilmiştir (Dzowela vd. 1995, Sairam vd. 2002, ARC-ITSC Analiz Hizmetleri 2016).
13. Bitkiciklerin kuru ağırlığı (g), kağıt torbalara yerleştirilen her bir bitkiden alınan her bir bitkiden, muamele koduna göre bitkicik kuru ağırlığı (g) değerlendirilmiş, 70 °C'de 48 saat süreyle etüvde kurutulmuş ve hassas bir terazi ile tartılmış ve kaydedilmiştir (Dzowela vd. 1995, Sairam vd. 2002, ARC-ITSC Analytical Service 2016).

3.4 Fenolik Asit Miktarlarının Belirlenmesi

Kimyasallar vanilik, gallik, kafeik, şırınga, p-kumarik ve ferulik asitler Sigma-Aldrich Co. (Merck Almanya)'dan temin edilmiştir. Tüm analizler için HPLC dereceli metanol ve asetonitril kullanıldı. Çalışma sırasında seyreltilmiş çözeltilerini hazırlamak için analitik dereceli sodyum hidroksit ve glacial asetik asit kullanılmıştır.

Bu çalışmada ticari olarak üç adet çeltik alt türü kullanılmıştır.

3 adet çeltik alt türüne ait örnekleri Endonezya Cumhuriyeti'nden temin edilmiştir ve *in vitro* koşullarda bidistile yukarda belirtilmiş gibi MS içeren agar ile katılaştırılmış ortamda ve bidistile saf su içerisinde çimlendirilmiş olup, ayrı ayrı fidecik haline geliştirilmiştir. Her 3 adet alt türün 21 günlük fideleri öğütülmüştür ve hava geçirmeyen amber renkli 200 ml-lik cam şişelere yerleştirilmiştir analizden hemen önce 1 mm'lik elekten. Nem, ICCstandart No. 110/1'e göre 110°C'de sabit kütleye kurutularak belirlenmiştir. Bu ve diğer tüm analizler, üçer adet numune olarak hazırlanmıştır ve elde edilen analitik sonuçlar kuru madde bazında (mg kg⁻¹) ifade edilmiştir. Fenolik asitlerin tayını için direkt alkali ekstraksiyon yöntem kullanılmıştır (McKeehen, Busch, ve Fulcher, 1999)

Hidrolize ekstraktın bir kısmı (250 µl) bir Varian HPLC Sistemi (Model 9012, ABD) kullanılarak ayrılmıştır. Pikler, 280 nm'de çalıştırılan değişken dalga boylu bir UV-vis detektörü (Varian 9050, ABD) ile tespit edilmiştir. Bu dalga boyu, hidroksibenzoik ve hidroksisinamik asitlerin eş zamanlı tespitine izin vermiştir. Ayırmalar, 5 µm'lik bir Alltima C18 kolonunda (150 mm 4,6 mm; Alltech Associates, Inc, Avustralya) gerçekleştirilmiştir. Gradyan elüsyon A (su:asetik asit, 100:1, v/v) ve B (metanol:asetonitril:asetik asit, 95:5:1, v/v/v) gradyanı ile şu şekilde gerçekleştirildi: 0–2 dakika, %5 B; 2–10 dk, %5–25 B; 10–20 dk, %25–40 B; 20–30 dk, %40–50 B; 30–40 dk, %50–100 B; 40–45 dk, %100 B; 45–55 dk, %100–5 B. Solvent akış hızı dakikada 1,0 ml olmuştur ve kolonun sıcaklığı 22°C'de tutulmuştur. Tepe kimlikleri tutma verilerinden ve ekstraktlara gerçek standartlarla ekleme yapılarak doğrulanmıştır. Eklenmiş numunelerden ferulik asit ve p-kumarik asit geri kazanımları %81 ve %83 olmuştur, Miktar tayını, harici standartlar olarak kullanılan otantik bileşiklere atıfta bulunularak sağlanmıştır.

3.5 Verilerin Değerlendirmesi

Birden fazla faktörün bulunduğu laboratuvar çalışmalarda tesadüf parsellerde deneme desesine göre üç tekrarlamalı olarak kurulmuş, F-Testi (ANOVA/ Varyans Analizi) esası ile %1 veya %5 önemlilik düzeylerine göre varyans analizi yapılmıştır. Gruplar arasında

önemli farklılıklar bulunduğu zaman farklı grup ortalamalarını belirlemede Duncan testi uygulanmıştır.

Deneme sonuçları “IBM SPSS 26 for Windows” paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Yüzde değerler ArcSin transformasyona çevrilerek istatistik analizleri için kullanılmıştır (Snedecor ve Cochran 1967).



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde, *in vitro* koşullarda yapılan *Oryza sativa* alt türleri Japonica, Javanica ve Indica'nın hetero ve ototoksisite etkilerinin belirlenmesi ile ilgili elde edilen bulgular sunulmuştur.

4.1 Genel Araştırma Koşulları

Deneme madde 3.2.3 de verildiği ayrıntılara göre Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Biyoteknoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deney, yetiştirme ortamı içeren petri kablarda gerçekleştirilmiştir. Çimlenme $24\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de bir Sanyo çok yönlü büyüme odasında (çemberinde) 8 saat karanlık ve 16 saat boyunca beyaz floresan ışık lamba altında gerçekleştirilmiştir. Çalışma Aralık 2021'den Ağustos 2022'ye kadar devam edilmiştir.

4.1.1 Çalışma sırasında çeltik çimlenmesinin genel durumu

Katı MS ve bidistile saf su ortamı içeren bazı petri kablarda farklı mantar kontaminasyonları izlenmiştir. Çalışma sırasında *Mucor* sp., *Sclerotium* sp., *Aspergillus* sp., *Rhizoctonia* sp. ve *Drechslera* sp.'ne ait mantarları teşhis edilerek Sınay vd. (2022)'nin elde ettiği sonuçlarına doğrulanmıştır. Dolayısıyla, her 2 adet yöntem çalışma yürütmek ve istatistiksel değerlendirme amacıyla uygun bulunmamış olup, atılmıştır.

Birinci denemede bitkilerde bakteriyel ve fungus ve ikinci denemede her hangi kontaminasyon izlenmemiştir. Denemelerin sonuçları kıyaslayarak sterilizasyon için steril saf kullanarak 100% sterilizasyonun eldesini en uygun çalışma yöntemi olarak kabul edilmiştir. Çeltik bitkilerinde hetero ve ototoksisite ile ilgili 13 adet morfolojik parametre hakkında verileri ilk kültürden 21 gün sonra elde edilmiştir.

Çalışma kabin içerisinde ortalama hava sıcaklığı $24\pm1^{\circ}\text{C}$, ortalama hava nemi %40 ve ortalama ışık yoğunluğu 4000 Lüks'olarak ayarlanmıştır. İkinci denemede steril saf suyu ortamı olarak kullanılan her petri kutudaki evaporasyon ve transpirasyon yoluyla kayıp olan suyu dengelemek amacıyla haftada bir kere 10 ml steril saf su ile takviye edilmiştir.

Her petri kutudaki çimlenen bitkilerinin büyüme koşulları gözlemlenerek denemelerdeki çeltik bitkicikleri, ekimden 4 gün sonra tohumların ortalama çimlenme oranı belirlenmiştir.

4.1.2 Tohum ortalama çimlenme oranı (TÇO %)

Çeltik tohumlarında bitkicik oluşum yüzdesi veya tohumların ortalama çimlenme oranı aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

Tohumların ortalama çimlenme oranı

$$= \frac{\text{Her 3 petri kombinasyonu içerisinde gösteren tohum çıkış sayısı}}{\text{Toplam kullanılan tohumların sayısı}} \times 100$$

Japonica, Javanica ve İndica alt türüne ait çeltik çeşitlerinde hetero ve ototoksitelerinin etkilerinin nihai tohum çıkış oranı (%) ve ilişkin veriler aşağıdaki bölümlerde verilmiştir. Her 3 adet çeltik alt türlerin tohumlarının bitkicik oluşum yüzdesi (BY %) açısından muameleler arasında önemli farklılıklar bulunmamıştır (Tablo 4.1a,b,c).

Çizelge 4.1 a) İndica + Javanica alt türlerini karıştırarak elde edilen bitki çimlenme oranları (%)

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Bitki çimlenme oranı (%)
	İndica	Javanica	
Kontrol 1	8	0	100% ^{ös}
Kontrol 2	0	8	100%
Kontrol 3	4	4	100%
4	7	1	97.6%
5	6	2	100%
6	5	3	100%
7	3	5	94.4%
8	2	6	100%
9	1	7	100%

^{ös} aynı sütünde gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak önemsiz farklılığı izlenmemiştir

Çizelge 4.1 b) Japonica + İndica, alt türlerini karıştırarak elde edilen bitki çimlenme oranları (%)

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Bitki çimlenme oranı (%)
	Japonica	İndica	
Kontrol 1	8	0	100% ^{ös}
Kontrol 2	0	8	100%
Kontrol 3	4	4	100%
4	7	1	100%
5	6	2	100%
6	5	3	100%
7	3	5	100%
8	2	6	97.2%
9	1	7	100%

^{ös} aynı sütünde gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak önemsiz farklılığı izlenmemiştir

Çizelge 4.1 c) Javanica + Japonica alt türlerini karıştırarak elde edilen bitki çimlenme oranları (%)

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Bitki çimlenme oranı (%)
	Javanica	Japonica	
Kontrol 1	8	0	100% ^{os}
Kontrol 2	0	8	100%
Kontrol 3	4	4	95.8%
4	7	1	100%
5	6	2	100%
6	5	3	100%
7	3	5	100%
8	2	6	100%
9	1	7	100%

^{os} aynı sütünde gösterilen veriler arasında istatistiksel olarak önemsiz farklılığı izlenmemiştir

4.2 İndica ve Javanica Alt Türlerinin Ototoksisite ve Heterotoksisite Etkilerinin Belirlenmesi



Şekil 4.1 İndica alt türüne ait kontrol 1 ve Javanica alt türüne ait kontrol 2sine ait bitkileri



Şekil 4.2 4 adet İndica ve 4 adet Javanica alt türlerin birlikte yetiştirildiği kontrol 3



Şekil 4.3 Sırasıyla kontrol 1 (İndica), kontrol 2 (Javanica), ve kontrol 3 (İndica+Javanica alt türleri)

Çalışmada İndica ve Javanica alt türlerinin (çizelge 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5’de gösterdiği gibi 3 adet tekerür ile 9er adet muamele ve her denemede (gösterdiği gibi 3)’er adet kontrol muamle konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8er adet İndica ve 2. Kontrol muamelesinde 8er adet Javanica alt türlerine ait 8’er adet tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4’er adet İndica ve 4er adet Javanica alt türüne ait tohum kullanılmıştır. Ototoksisteyi belirlemek için kontrol 1 ve 2, heterotoksisteyi ölçmek için kontrol 3 muamelesi kullanıldı. Uygulama 2, 3, 4, çimlenen 1, 2 ve 3 Javanica tohumlarının İndica alt türü tohumları üzerindeki heterotoksik etkilerini belirlemiştir. Uygulama 6, 7, 8, çimlenen 1, 2, ve 3 İndica alt türü tohumlarının Javanica alt türü tohumları üzerindeki heterotoksik etkilerini belirlemiştir. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Kontrol uygulama 1 deki İndica alt türüne ait tohumların sayısı azalan düzeyinde 8 adet tohumdan başlayıp 0’e ve aynı uygulamada Javanica tohumların sayısı artan düzeyinde 0 den başlayıp, 8 adet tohuma kadar yükselmiştir.

4.2.1 Sürgün uzunluğu

Sürgün uzunluğu 11.6000-14.5000 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Uygulama 2’den elde edilen verileri kontrol uygulama 1 ve uygulama 3 ile farklılığı göstermiştir. Kontrol uygulama 2 ile elde edilen verileri uygulama 7 ve 8 ile benzerliği ve uygulama 6 ile kontrol uygulama 1 ile farklılığı göstermiştir. Kontrol uygulama 3’den elde edilen veriler hem kontrol 1 hem de kontrol uygulama 2 ile benzerliği gösterip, ab grubuna girmiştir.

Uygulama 2, 3, ve 4’te İndica alt türüne ait her tohumun azalma ve Javanica tohumların artan düzeyinde bulunan bitkilerden gelişen sürgünlerde önemli derecede azalma izlenmiştir.

Uygulama 6, 7, 8’te 4’er adet İndica ve Javanica alt türlerinin gelişen bitkilerin sürgün uzuluğu 13.52000-15.1333 cm olarak izlenmiştir.

4.2.2 Kök uzunluğu

Kök uzunluğu 6.2917-8.1333 cm arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Uygulama 2’den elde edilen verileri kontrol uygulama 1 ve uygulama 3 ile farklılığı göstermiştir. Kontrol uygulama 2 ile elde edilen verileri uygulama 6, 7 ve 8 ile farklılığı göstermiştir. Kontrol uygulama 3’den elde edilen veriler hem kontrol 1 hem de kontrol uygulama 2 ile farklılığı gösterip, c grubuna girmiştir.

4.2.3 Bitkicik uzunluğu

Kontrol uygulama 3 deki verileri hem kontrol uygulama 2 ve hemde kontrol uygulama 3 ile elde edilen veriler ile benzerliği ve kontrol 2 deki verileri kontrol 1 ile istatistik olarak farklılığı göstermiştir (Çizelge 4.2). Kontrol uygulama 1 deki bitkicik uzunluğu kontrol 2 ve 3 de elde edilen bitkicik uzunluğu bakımından farklılığı göstermiştir. Hem uygulama 2, 3, 4 hemde uygulama 6, 7, 8 deki bitki uzunluğu her 3 adet kontrol uygulamadan farklılığı göstermiştir.

Çizelge 4.2 Sürgün, kök ve bitkicik uzunlukları üzerine *İndica* + *Javanica* alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Sürgün Uzunluğu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Bitkicik Uzunluğu (cm)
	İndica	Javanica			
Kontrol 1	8	0	12.2708bc	6.7083bc	19.3125c
Kontrol 2	0	8	14.6708a	6.9792c	21.2375b
Kontrol 3	4	4	15.1333ab	6.2917c	20.8833ab
4	7	1	14.5000a	8.1333a	22.7667a
5	6	2	13.4000b	7.4167b	21.0333b
6	5	3	11.6000c	6.8111c	18.7222d
7	3	5	13.5200b	7.6400b	21.1733b
8	2	6	14.1905a	7.9056b	23.6389a
9	1	7	15.8389a	7.4905b	21.5476b

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.2.4 Toplam kökleri

Çalışmada İndica ve Javanica çeşitlerin çizelge 4.3 de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet İndica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Javanica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet İndica ve 4 adet Javanica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır. Kontrol uygulama 2 ve 3 deki verileri kontrol uygulama 1 ile farklılığı gösterip, kendi aralarında benzerliği göstermişlerdir. Kontrol 1'den elde edilen verileri uygulama 2, 3, ve 4, ve 6'den farklılığı göstermişlerdir. Ayrıca, kontrol 7 ve 8 deki verileri hem kontrol 1 hemde kontrol 2 ve 3 ile benzerliği göstermiş olup ab sınıfına girmişlerdir.

4.2.5 Toplam yaprakları

3 adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet İndica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Javanica alt türüne alt tohum bulunmuştur (Çizelge 4.3). 3. Kontrol muamelesinde 4 adet İndica ve 4 adet Javanica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır. Uygulama 2, 3, 4, 6, ve 7 deki verileri kontrol uygulama 1 ile farklılığı göstermişlerdir. Kontrol 2 ve 3 deki verileri uygulama 2, 3, 6, 7 deki verileri benzerliği gösterip, uygulama 4 ve 8 ile farklılığı göstermişlerdir.

4.2.6 Ortalama sap genişliği

Sap genişliği 0,3722-0,4917 arasında değişmiştir. Kontrol 1. deki verileri uygulama 2, 3, ve 4 ten farklılığı göstermişlerdir. Ancak kontrol 2 deki verileri uygulama 6, 7 ve 8 ile benzerliği göstermişlerdir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Toplam kökleri, toplam yaprakları ve ortalama sap genişliği üzerine İndica + Javanica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer Uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Toplam Kökleri (adet)	Toplam Yaprakları (adet)	Ortalama Sap Genişliği (cm)
	İndica	Javanica			
Kontrol 1	8	0	26.0417a	5.3750a	0.4917a
Kontrol 2	0	8	20.5417b	5.1250ab	0.4542bc
Kontrol 3	4	4	19.8333b	5.0833ab	0.3917bc
4	7	1	13.6667c	5.0000b	0.4167bc
5	6	2	13.6667c	4.6667bc	0.4083bc
6	5	3	12.8889c	4.0000c	0.3722c
7	3	5	19.5333b	4.8667b	0.4567b
8	2	6	24.5000ab	4.8889b	0.4611b
9	1	7	21.6667ab	4.3810c	0.4452bc

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.2.7 Köklerin yaş ağırlığı

Kontrol uygulama 2 ve 3 deki verileri kontrol uygulama 1 ile farklılığı gösterip, kendi aralarında benzerliği göstermişlerdir (Çizelge 4.4). Kontrol 1'den elde edilen verileri Uygulama 2, 3, ve 4, ve 6'den farklılığı göstermişlerdir. Ayrıca, kontrol 7 ve 8 deki verileri hem kontrol 1 hemde kontrol 2 ve 3 ile benzerliği göstermiş olup ab sınıfına girmişlerdir.

4.2.8 Yaprakların yaş ağırlığı

Çalışmada İndica ve Javanica çeşitlerin Çizelge 4.4'de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet İndica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Javanica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet İndica ve 4 adet Javanica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Kontrol uygulama 1 ve 2 deki verileri bir birine benzerliği gösterip, kontrol uygulama 3 ile farklılığı göstermilerdir. Uygulama 2, 6 ve 7 deki verileri kontrol uygulamalar 1, 2 ile benzerliği ve diğer çalışmaları ile farklılığı göstermişlerdir.

4.2.9 Bitkiciklerin yaş ağırlığı

Çalışmada İndica ve Javanica çeşitlerin çizelge 4.4 de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet İndica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Javanica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet İndica ve 4 adet Javanica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Kontrol uygulama 2 ve 3 deki verileri kontrol uygulama 1 ile farklılığı gösterip, kendi aralarında benzerliği göstermişlerdir. Bitkiciklerin yaş ağırlığı 0.55011 -0.79500 g arasında değişmiştir. Kontrol 1'den elde edilen verileri ve kontrol 2 ve 3 arasında belirgin farklılığı izlenmiştir.

Çizelge 4.4 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı ve bitkiciklerin yaş ağırlığı üzerine İndica + Javanica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Köklerin yaş ağırlığı (g)	Yaprakların yaş ağırlığı (g)	Bitkiciklerin Yaş ağırlığı (g)
	İndica	Javanica			
Kontrol 1	8	0	0.55458abc	0.40375ab	0.79500bc
Kontrol 2	0	8	0.73958ab	0.28875cde	1.02833ab
Kontrol 3	4	4	0.66917ab	0.37750abcd	1.04667ab
4	7	1	0.31667c	0.44333a	0.76000bc
5	6	2	0.52333bc	0.27333de	0.79667bc
6	5	3	0.32178c	0.22833e	0.55011c
7	3	5	0.67333ab	0.39067abc	1.21867a
8	2	6	0.82800a	0.35389abcd	1.02722ab
9	1	7	0.56190bc	0.30238bcde	0.83952bc

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.2.10 Köklerin kuru ağırlığı

Her 3 adet kontrol uygulama verileri bir birine benzerliği göstermişlerdir. Uygulama 4 verileri 0.02111 ve 0.03596 arasında değişmiştir (Çizelge 4.5).

4.2.11 Yaprakların kuru ağırlığı

Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır (Çizelge 4.5). Her 3 adet kontrol uygulama verileri bir birine benzerliği göstermişlerdir. Uygulama 4 verileri 0.02222 ve 0.03842 arasında değişmiştir.

4.2.12 Bitkiciklerin kuru ağırlığı

Her 3 adet kontrol uygulama verileri bir birine benzerliği göstermişlerdir. Uygulama 4 verileri 0.05076 g ve 0.07539 g arasında değişmiştir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı, bitkiciklerin kuru ağırlığı üzerine İndica + Javanica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Köklerin kuru ağırlığı (g)	Yaprakların kuru ağırlığı (g)	Bitkiciklerin kuru ağırlığı (g)
	İndica	Javanica			
Kontrol 1	8	0	0.03013ab	0.03175ab	0.06125abc
Kontrol 2	0	8	0.03596a	0.03842a	0.07246ab
Kontrol 3	4	4	0.02625ab	0.03125ab	0.05658abc
4	7	1	0.02033b	0.04100a	0.06133abc
5	6	2	0.03000ab	0.02517b	0.05233bc
6	5	3	0.02111b	0.02222b	0.04244c
7	3	5	0.03360a	0.03980a	0.07273ab
8	2	6	0.03317a	0.04278a	0.07539a
9	1	7	0.02210b	0.03033ab	0.05076c

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.2.13 Fenolik asit miktarlarının tayını

Yukarıda belirtilmiş morfolojik özelliklerine hemen hemen paralel olarak kök salgılarından farklı oranda İndica ve Javanica alt türlerinin kök salgılarından Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit (fenolik asitler) miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ototoksisti gösteren kontrol 1 indica alt türünde Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarları sırasıyla 100.93 ± 1.7 , 101.50 ± 2.7 , 93.75 ± 1.01 ve 96.30 ± 0.41 mg kg⁻¹ ile kontrol 2 uygulama Javanica alt türünde 105.35 ± 1.6 , 102.90 ± 1.71 , 96.77 ± 1.20 ve 96.30 ± 0.72 mg kg⁻¹ olarak izlenmiştir. Eşit miktarda İndica ve Javanica tohumları kullanırken Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit sırasıyla 102.11 ± 1.03 , 96.98 ± 1.26 , 94.79 ± 1.48 mg kg⁻¹ olarak bulunmuştur. 5, 6, 7 İndica- 3, 2, 1 Javanica ve 5, 6, 7 Javanica ve 3, 2, 1 İndica tohumlarından elde edilen fidelerin kök salgılarından elde edilen Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarında her iki çeşidin fide sayısına göre fenolik asit miktarlarında varyasyon izlenmiştir.

Çizelge 4.6 İndica ve Javanica alt türlerinin kök salgılarından Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste etkilerinin derecesinin belirlenmesi

Deneme sayısı	İndica	Javanica	Bulunan phenolic asitleri							
			Gallik asit	rt	Kafeik asit	rt	Vanillic asit	rt	Syringik asit	rt
Kontrol 1	8	0	100.93 ± 1.7	7.5	101.50 ± 2.7	17.7	93.75 ± 1.01	16.9	96.30 ± 0.41	18.0
Kontrol 2	0	8	105.35 ± 1.6	7.33	102.90 ± 1.71	17.6	96.77 ± 1.20	17.3	96.30 ± 0.72	17.9
Kontrol 3	4	4	102.11 ± 1.03	7.9	96.98 ± 1.26	16.9	94.79 ± 1.48	17.9	94.11 ± 0.33	17.6
2	7	1	101.48 ± 1.8	7.6	98.21 ± 1.51	17.1	94.53 ± 1.10	16.9	95.25 ± 0.64	17.8
3	6	2	102.03 ± 1.3	7.7	96.74 ± 1.36	16.9	95.22 ± 1.24	17.0	94.22 ± 0.20	17.6
4	5	3	102.59 ± 1.02	7.7	98.72 ± 1.21	17.2	95.63 ± 1.14	17.0	95.19 ± 0.36	17.8
5	3	5	103.68 ± 1.01	7.7	95.35 ± 1.38	16.6	94.58 ± 1.52	17.7	94.21 ± 0.29	17.6
6	2	6	104.24 ± 1.4	7.19	93.48 ± 1.72	16.3	94.37 ± 1.58	16.8	92.18 ± 0.45	17.2
7	1	7	104.80 ± 1.5	7.26	99.74 ± 1.39	17.4	95.43 ± 1.61	17.1	93.72 ± 0.64	17.5

$\pm$ standart hata, rt= retention time

4.3 Japonica ve İndica Alt Türlerinin Ototoksisite ve Heterotoksisite Etkilerinin Belirlenmesi



Şekil 4.4 Japonica alt türüne ait kontrol 1 ve İndica alt türüne ait kontrol 2sine ait bitkileri



Şekil 4.5 4 adet Japonica ve 4 adet İndica alt türlerin birlikte yetiştirildiği kontrol 3



Şekil 4.6 Sırasıyla kontrol 1 (Japonica), kontrol 2 (İndica), ve kontrol 3 (Japonica+İndica alt türleri)

Çalışmada Japonica ve İndica alt türlerinin (çizelge 4.7, 4.8, 4.9 ve 4.10 de gösterdiği gibi) 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet Japonica ve 2. Kontrol muamelesinde 8 adet İndica alt türlerine tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4'er adet Japonica ve 4'er adet İndica alt türüne ait tohum kullanılmıştır. Ototoksisiteyi belirlemek için kontrol 1 ve 2, heterotoksisiteyi ölçmek için kontrol 3 kullanıldı. Uygulama 2, 3, 4, çimlenen 1, 2 ve 3 İndica alt türüne ait tohumlarının Japonica alt türü tohumları üzerindeki heterotoksik etkilerini belirlemiştir. Uygulama 6, 7 ve 8, de çimlenen 1, 2 ve 3 Japonica alt türü tohumlarının İndica alt türü tohumları üzerindeki heterotoksik etkileri belirlemiştir. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Kontrol uygulama 1 deki Japonica alt türe ait tohumların sayısı azalan düzeyinde 8 adet tohumdan başlayıp 0'e ve aynı uygulamada İndica tohumların sayısı artan düzeyinde 0 den başlayıp 8 adet tohuma kadar yükselmiştir.

4.3.1 Sürgün, kök ve bitkicik uzunluğu

Her 3 parametre bakımından kontrol uygulama 1, deki verileri kontrol uygulama 2 ile 3 ile farklılığı gösterip, kendi aralarında benzerliği göstermişlerdir (Çizelge 4.7). Bitkilerin Sürgün uzunluğu 11.8333-14.4167 cm arasında değişmiştir. Kontrol 1'den elde edilen verileri ve kontrol 2 ve 3 arasında belirgin farklılığı izlenmiştir. Bitkilerin kök uzunluğu 6.4667-7.8167 cm arasında değişmiştir. Bitkicik uzunluğu 17.6667-21.7292 cm arasında değişmiştir.

Çizelge 4.7 Sürgün, kök ve bitkicik uzunlukları üzerine Japonica + İndica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer Uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Sürgün Uzunluğu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Bitkicik Uzunluğu (cm)
	Japonica	İndica			
Kontrol 1	8	0	14.4167a	7.0625a	21.7292a
Kontrol 2	0	8	13.1250b	6.5000b	19.6625b
Kontrol 3	4	4	12.7000b	5.9417c	18.2333c
2	7	1	11.8333c	6.4667b	17.6667d
3	6	2	12.0833b	7.8167a	19.3667b
4	5	3	12.4333b	7.2000a	19.2778b
6	3	5	13.0200b	6.7400ab	19.4333b
7	2	6	12.5556b	6.3000ab	18.4444c
8	1	7	12.1190b	7.0952a	19.2857b

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.3.2 Toplam kökleri, toplam yaprakları ve ortalama sap genişliği

Çalışmada Japonica ve İndica çeşitlerin çizelge 4.8de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet İndica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet Japonica ve 4 adet İndica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın her parametere'de kontrol uygulama 1 hem diğer uygulamalar hemde kontrol uygulama 2 ve 3 ile istatistiksel olarak farklılığı izletmiştir. Uygulama 6 ve 7'de sırasıyla toplam kökler bakımından kök sayısı 16.7222-28.2381 arasında değişmiştir.

Toplam yaprakları sayısı sırasıyla 4.66667-5.75000 arasında değişmiştir. Benzer şekilde Ortalama sap geniş 0.3633-0.5048 aralarında bulunmuştur. Her uygulamada iki arada bulunan verileri birinci kontrol uygulamalardan düşüklüğü göstermişlerdir.

Çizelge 4.8 Toplam kökleri, toplam yaprakları, ortalama sap genişliği üzerine Japonica + İndica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Toplam Kökleri Ortalama (adet)	Toplam Yaprakları (adet)	Ortalama Sap Genişliği (cm)
	Japonica	İndica			
Kontrol 1	8	0	24.1667b	5.75000a	0.4708ab
Kontrol 2	0	8	21.2083bc	5.04167bcd	0.3896cd
Kontrol 3	4	4	19.4167cd	5.33333abc	0.3958cd
4	7	1	18.6667cd	5.00000bcd	0.4500abc
5	6	2	21.1667bc	4.66667d	0.4500abc
6	5	3	21.5556bc	4.88889cd	0.4222bcd
7	3	5	19.8000cd	5.00000bcd	0.3633d
8	2	6	16.7222d	5.50000ab	0.4167bcd
9	1	7	28.2381a	5.28571abc	0.5048a

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.3.3 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı ve bitkiciklerin yaş ağırlığı

Çalışmada Japonica ve İndica çeşitlerin çizelge 4.9’de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3’er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet Japonica ve 2. Kontrol muamelesinde 8’er adet İndica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet Japonica ve 4 adet İndica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın her parametere’de kontrol uygulama 1 hem diğer uygulamalar hemde kontrol uygulama 2 ve 3 ile istatistiksel olarak farklılığı izletmiştir. Uygulama 6 ve 7’de sırasıyla toplam kökler bakımından kök sayısı 16.7222-28.2381 arasında değişmiştir.

Toplam köklerin yaş ağırlığı sırasıyla 0.23000-0.59810 arasında değişmiştir. Benzer şekilde yaprakların yaş ağırlığı 0.14000-0.38292 aralarında bulunmuştur. Benzer şekilde bitkiciklerin yaş ağırlığı 0.4000-0.85619 aralarında bulunmuştur.

Çizelge 4.9 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı, bitkiciklerin yaş ağırlığı üzerine Japonica + İndica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer Uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Köklerin Yaş Ağırlığı (g)	Yaprakların Yaş Ağırlığı (g)	Bitkiciklerin Yaş Ağırlığı (g)
	Japonica	İndica			
Kontrol 1	8	0	0.52375ab	0.38292a	0.57012bc
Kontrol 2	0	8	0.35583cd	0.18417bc	0.90667a
Kontrol 3	4	4	0.33833cd	0.22000b	0.58833b
4	7	1	0.23000d	0.14000c	0.40000c
5	6	2	0.37167cd	0.24500b	0.67333b
6	5	3	0.35889cd	0.22333b	0.60444b
7	3	5	0.31000cd	0.21733b	0.55667bc
8	2	6	0.41056bc	0.21667b	0.66278b
9	1	7	0.59810a	0.22667b	0.85619a

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.3.4 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı ve bitkiciklerin kuru ağırlığı

Çalışmada Japonica ve İndica çeşitlerin çizelge 4.10 de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet Japonica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet İndica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet Japonica ve 4 adet İndica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın kuru kök ağırlığı bakımından kontrol 1 kontrol 2 den fazal kuru kök ağırlığı alıp kontrol 2 ve 3'den farklılığı göstermiştir. Ayrıca, uygulama 3, 4, 7 ve 8 ile bilgiler uyumluk gösterip saısal farklılığı göstermişlerdir. Buna karşı kontrol 2 ve 3 uygulama 2 ile benzerliği ve kontrol 6 ile farklılığı göstermişlerdir.

Yaprak kuru ağırlığı bakımından kontrol 1, 2 ve 3 birbiriyle benzerliği gösterip sayısal farklılıkları göstermişlerdir. Uygulama 2, 3, 4, 7 ve 8 birbiriyle benzerliği ve uygulama 6 farklılığı göstermişlerdir.

Bitkiciklerin kuru ağırlığı bakımından kontrol 1 ve 2 birbirine benzer ve kontrol 3 farklılığı göstermişlerdir. Uygulama 3-4 ve 7-8 bunlarla benzerliği gösterip sayısal olarak farklılığı ve uygulama 6 ile benzerliği göstermişlerdir. Ayrıca, kontrol 2 ve 3 kontrol 2 ile benzerliği göstermişlerdir.

Çizelge 4.10 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı, bitkiciklerin kuru ağırlığı üzerine Japonica + İndica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer Uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Köklerin kuru ağırlığı (g)	Yaprakların kuru ağırlığı (g)	Bitkiciklerin kuru ağırlığı (g)
	Japonica	İndica			
Kontrol 1	8	0	0.02854ab	0.03138a	0.04933abc
Kontrol 2	0	8	0.02379bc	0.02563ab	0.06117ab
Kontrol 3	4	4	0.02050bc	0.02225ab	0.04308bc
4	7	1	0.02033bc	0.02400ab	0.04500bc
5	6	2	0.02750abc	0.02967a	0.05650ab
6	5	3	0.02800abc	0.02878a	0.05733ab
7	3	5	0.01707c	0.01847b	0.03633c
8	2	6	0.02433abc	0.02406ab	0.04833abc
9	1	7	0.03490a	0.03100a	0.06614a

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.3.5 Fenolik asit miktarlarının tayını

Yukarıda belirtilmiş morfolojik özelliklerine hemen hemen paralel olarak kök salgılarından farklı oranda Japonica ve İndica alt türlerinin kök salgılarından Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit (fenolik asitler) miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ototoksisti gösteren kontrol 1 Japonica alt türünde Gallik asit, Kafeik asit, vanillik asit ve Syringik asit miktarları sırasıyla 99.23 ± 1.7 , 100.56 ± 10 , 94.68 ± 1.01 ve 94.30 ± 0.41 ile kontrol 2 uygulama İndica alt türünde 100.93 ± 1.73 , 101.50 ± 27 , 93.75 ± 1.01 ve 96.30 ± 0.41 olarak izlenmiştir. Eşit miktarda İndica ve Japonica ve İndica tohumları kullanırken Gallik asit, Kafeik asit, vanillik asit ve Syringik asit miktarları sırasıyla 101.76 ± 1.03 , 96.49 ± 1.26 , 93.14 ± 1.48 ve 95.11 ± 0.33 olarak bulunmuştur. 5, 6, 7 İndica- 3, 2, 1 Japonica ve 5, 6, 7 Japonica ve 3, 2, 1 İndica tohumlarından elde edilen fidelerin kök salgılarından elde edilen Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarında her iki çeşidin fide sayısına göre fenolik asit miktarlarında varyasyon izlenmiştir.

Çizelge 4.11 Japonica ve İndica alt türlerinin kök salgılarından Benzoik asit, Kafeik asit, Cinnamik asit ve Syringik asit miktarlarının ölçülmesiyle ototoksisite ve heterotoksisite etkilerinin derecesinin belirlenmesi

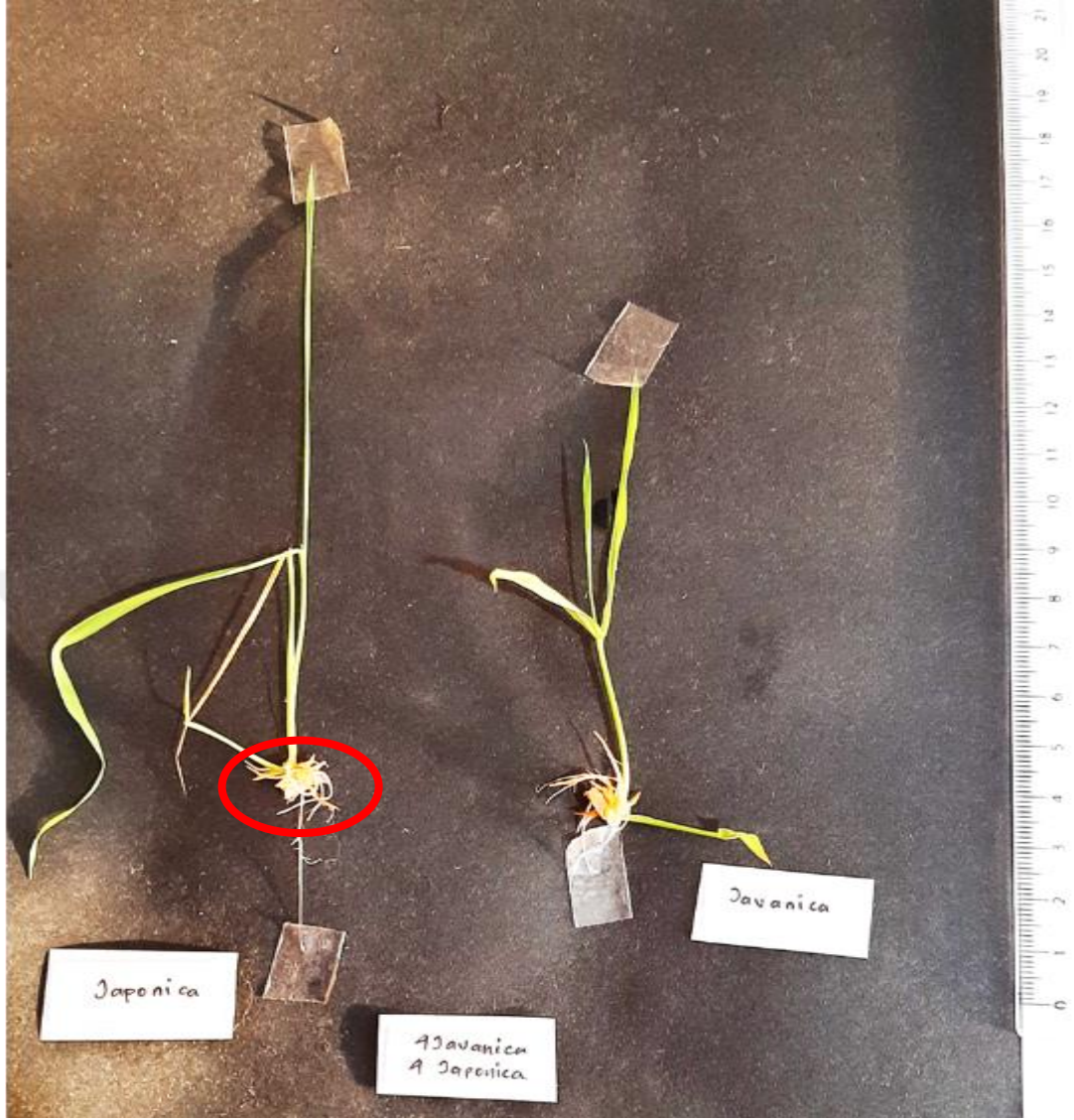
Deneme sayısı	Japonica	İndica	Bulunan phenolic asitleri (mg kg ⁻¹)							
			Gallik asit	rt	Caffeic asit	rt	Vanillic asit	rt	Syringik asit	rt
Kontrol 1	8	0	99.23 ±1.7	14.1	100.56 ±10	17.5	94.68 ±1.01	17.8	94.30 ±0.41	16.9
Kontrol 2	0	8	100.93 ±1.73	14.5	101.50 ±27	17.7	93.75 ±1.01	17.7	96.30 ±0.41	18.0
Kontrol 3	4	4	101.76 ±1.03	14.4	96.49 ±1.26	16.8	93.14 ±1.48	17.5	95.11 ±0.33	17.1
4	7	1	99.32 ±1.8	14.1	98.33 ±1.51	17.1	93.41 ±1.10	17.6	94.25 ±0.64	16.9
5	6	2	100.12 ±1.3	14.2	97.25 ±1.36	16.9	94.35 ±1.24	17.8	93.22 ±0.20	16.7
6	5	3	100.37 ±1.02	14.2	98.62 ±1.21	17.1	94.33 ±1.14	17.8	96.19 ±0.36	17.3
7	3	5	102.44 ±1.01	14.7	95.45 ±1.38	16.6	94.58 ±1.52	17.8	95.21 ±0.29	17.1
8	2	6	103.74 ±1.29	14.9	93.50 ±1.72	16.3	94.39 ±1.58	17.8	93.18 ±0.45	17.5
9	1	7	103.47 ±1.16	14.8	99.14 ±1.39	17.3	95.45 ±1.61	18.0	93.11 ±0.64	17.5

±standart hata, rt= retention time

4.4 Javanica ve Japonica Alt Türlerinin Ototoksisite ve Heterotoksisite Etkilerinin Belirlenmesi



Şekil 4.7 Javanica alt türüne ait kontrol 1 ve Japonica alt türüne ait kontrol 2sine ait bitkileri



Şekil 4.8 4 adet Javanica ve 4 adet Japonica alt türlerin birlikte yetiştirildiği kontrol 3



Şekil 4.9 Sırasıyla kontrol 1 (Javanica), kontrol 2 (Japonica), ve kontrol 3 (Javanica+Japonica alt türleri)

Çalışmada Javanica + Japonica alt türlerinin (çizelge 4.12, 4.13, 4.14 ve 4.15 de gösterdiği gibi) 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol muamelesinde 8 adet Javanica ve 2. Kontrol muamelesinde 8 adet Japonica alt türlerinin tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4'er adet Javanica ve 4'er adet Japonica alt türüne ait tohum kullanılmıştır. Ototoksisteyi belirlemek için kontrol 1 ve 2, heterotoksisteyi ölçmek için kontrol 3 kullanıldı. Uygulama 2, 3, 4, çimlenen 1, 2 ve 3 Japonica alt türüne ait tohumlarının Japonica alt türü tohumları üzerindeki heterotoksik etkilerini belirlemiştir. Uygulama 6, 7, 8, de çimlenen 1, 2 ve 3 Javanica alt türü tohumlarının Japonica alt türü tohumları üzerindeki heterotoksik etkileri belirlemiştir. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

Kontrol uygulama 1 deki Japonica alt türe ait tohumların sayısı azalan düzeyinde 8 adet tohumdan başlayıp 0'e ve aynı uygulamada Javanica tohumların sayısı artan düzeyinde 0 den başlayıp 8 adet tohuma kadar yükselmiştir.

Çalışmada Javanica ve Japonica çeşitlerin çizelge 4.12 de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol 1 muamelesinde 8 adet Javanica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet Javanica ve 4 adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

4.4.1 Sürgün uzunluğu

Bu çalışmada Kontrol 2 de en uzun sürgün uzunluğu bulunup, kontrol 1, kontrol 3 ve diğer uygulamalar ile benzerliği göstermiştir.

4.4.2 Kök uzunluğu

Kök uzunluğu bakımından en uzun kökler kontrol 1 ve en kısa kökler uygulama 3 te bulunmuştur. Diğer uygulamalarda ortalamalar verileri bir birine benzerliği göstermemişlerdir.

4.4.3 Bitkicik uzunluğu

Bitkicik uzunluğu bakımından bitkicik boyu 15.9833-20.7500 cm arasında değişmiştir. En uzun bitkicikler kontrol uygulama 1 de bulunmuşken en kısa bitkiler uygulama 3’de bulunmuştur. Ayrıca, Kontrol uygulama 3’den elde edilen verileri uygulama 2, 3, 4 ile benzerliği ve kontrol 2 uygulama 6 ve 7 ile benzerliği ve diğer uygulamalar ile farklılığı göstermiştir.

Çizelge 4.12 Sürgün, kök ve bitkicik uzunlukları üzerine Javanica + Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksisite etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Sürgün Uzunluğu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	Bitkicik Uzunluğu (cm)
	Javanica	Japonica			
Kontrol 1	8	0	12.3125b	8.2917a	20.7500a
Kontrol 2	0	8	14.4375a	5.0000de	19.1042ab
Kontrol 3	4	4	11.6167b	4.8167e	16.5333b
4	7	1	12.2333b	5.4000bcde	16.8000b
5	6	2	11.5167b	4.7333e	15.9833b
6	5	3	11.1889b	5.2556cde	16.2444b
7	3	5	12.2200b	7.1267abc	19.3200ab
8	2	6	12.3000b	6.8278abcd	19.1611ab
9	1	7	12.9048ab	7.2857ab	20.2857a

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.5 Çalışmada Javanica ve Japonica çeşitlerin çizelge 4.13’de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3’er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol 1 muamelesinde 8 adet Javanica ve 2. Kontrol muamelesinde 8’er adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet Javanica ve 4 adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

4.4.4 Toplam kökleri

Bu çalışmada toplam kökleri ile ilgili ortalamaları 12.5000 – 25.7619 arasında değişmiştir. Kontrol uygulama 1 ve 2 arasında benzerliği ve kontrol 3 19.3333 adet köklerle farklılığı izlenmiştir.

4.4.5 Toplam yaprakları

Toplam yaprakları açısından ortalamalar 5.75000 - 5.79167 arasında değişmiştir. Genel olarak uygulamalar 4-8 arasındaki verileri sayısal olarak farklılığı göstermesine rağmen kontrol uygulama 1, 2 ve 3 ile benzerliği ve diğer uygulamalar ile farklılığı göstermişlerdir.

4.4.6 Ortalama sap genişliği

Ortalama sap genişliği 0.35000 - 0.50000 cm bitkicik uzunluğu bakımından bitkicik boyu 15.9833-20.7500 cm arasında değişmiştir. Kontrol 1 ve kontrol 2 deki verileri bir birine benzer olup, kontrol 3 den farklılığı göstermişlerdir. Ayrıca uygulama 2-4 arasındaki verileri kontrol 3 ile benzerliği göstermişlerdir ve kontrol 1-2 deki verileri uygulama 6-8 ile benzerliği göstermişlerdir.

Çizelge 4.13 Toplam kökleri, toplam yaprakları, ortalama sap genişliği, Javanica + Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Toplam Kökleri (adet)	Toplam Yaprakları (adet)	Ortalama Sap Genişliği (cm)
	Javanica	Japonica			
Kontrol 1	8	0	24.1667b	5.75000a	0.4708ab
Kontrol 2	0	8	23.2500ab	5.79167a	0.4667ab
Kontrol 3	4	4	19.3333cd	5.16667abc	0.3917cd
4	7	1	18.3333cd	5.00000bc	0.3833cd
5	6	2	12.5000e	4.66667c	0.3500d
6	5	3	15.7778de	5.11111abc	0.3722cd
7	3	5	21.5333bc	5.26667abc	0.4600ab
8	2	6	18.3889cd	4.88889bc	0.4278bc
9	1	7	25.7619a	5.52381ab	0.5000a

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

Çalışmada Javanica ve Japonica çeşitlerin çizelge 4.14 de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol 1 muamelesinde 8 adet Javanica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet Javanica ve 4 adet Japonica alt

türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

4.4.7 Köklerin yaş ağırlığı

Bu çalışmada köklerin yaş ağırlığı ile ilgili ortalamaları 0.21167 – 0.70571 g arasında değişmiştir. Kontrol uygulama 1, 2 arasında istatistiki olarak benzerliği olup kontrol uygulama 3 ile farklılığı izlenmiştir.

4.4.8 Yaparakların yaş ağırlığı

Yaparakların yaş ağırlığı bakımından sayısal farklılığı izlenmiş olup, istatistiksel olarak farklılığı bulunmamıştır. Uygulama 2, 6-8 deki ortalama değerleri her 3 uygulamalar ile benzerliği gösterdiler ve diğerlerden farklılığı göstermişlerdir.

4.4.9 Bitkiciklerin yaş ağırlığı

Bitkiciklerin yaş ağırlığı bakımından ortalama değerleri 0.37167-1.00619 g arasında değişmiştir. Genel olarak Kontrol 2 deki değerler kontrol 2 ve 3 den istatistiki olarak yüksek ve farklılığı göstermişlerdir. Yalnız uygulama 5 deki verileri kontrol uygulama 2 ile benzerliği ve diğerler ile istatistiki farklılığı göstermişlerdir.

Çizelge 4.14 Köklerin yaş ağırlığı, yaprakların yaş ağırlığı, bitkiciklerin yaş ağırlığı Javanica + Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Köklerin yaş ağırlığı (g)	Yaprakların yaş ağırlığı (g)	Bitkiciklerin yaş ağırlığı (g)
	Javanica	Japonica			
Kontrol 1	8	0	0.39083bcd	0.25375abc	0.64125bc
Kontrol 2	0	8	0.67333a	0.31125ab	0.98458a
Kontrol 3	4	4	0.44917bc	0.32083a	0.77000b
4	7	1	0.29333cd	0.26333abc	0.55667bcd
5	6	2	0.21167d	0.16000d	0.37167d
6	5	3	0.30444bcd	0.19444cd	0.49889cd
7	3	5	0.48400b	0.29467ab	0.77867ab
8	2	6	0.33056bcd	0.21778bcd	0.54833bcd
9	1	7	0.70571a	0.30048ab	1.00619a

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

Çalışmada Javanica ve Japonica çeşitlerin çizelge 4.15 de gösterdiği gibi 9 adet muamele ve her muamelede gösterdiği gibi 3'er adet kontrol konulmuştur. 1. Kontrol 1 muamelesinde 8 adet Javanica ve 2. Kontrol muamelesinde 8'er adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. 3. Kontrol muamelesinde 4 adet Javanica ve 4 adet Japonica alt türüne alt tohum kullanılmıştır. Elde edilen sonuç verileri kontrol olarak kullanılan üç adet kontrol muamele ile karşılaştırılmıştır.

4.4.10 Köklerin kuru ağırlığı

Bu çalışmada köklerin kuru ağırlığı ile ilgili ortalamaları 0.01400-0.08287 g arasında değişmiştir. Kontrol uygulam 2, ile 3 kontrol uygulama 1 ile istatistiksel olarak farklılığı göstermiştir. Ayrıca, tüm uygulamaları ve kontrol 2 ve 3 istatistiksel olarak benzerliği göstermişlerdir.

4.4.11 Yaprakların kuru ağırlığı

Yaprakların kuru ağırlığı bakımından sayısal farklılığı izlenmiş olup, istatistiksel olarak uygulama 1-3, 5-7, 8 ve 9 arasında bir farklılığı izlenmemiştir. Yalnız uygulama 4 ve 8 arasındaki değerleri birbiri ile benzerliği göstermişlerdir.

4.4.12 Bitkiciklerin kuru ağırlığı

Bitkiciklerin kuru ağırlığı bakımından ortalama değerleri 0.04267-0.10408 g arasında değişmiştir. Genel olarak kontrol 2 ve 3 deki değerler bir biriyle benzer ve kontrol 1 ile farklılığı göstermişlerdir.

Ayrıca, kontrol 2 deki veriler ab grubun girmiş olup a grubuna da benzerliği göstermişlerdir. Uygulama 2,3,6,7, kontrol 2 ile benzerliği göstermiştir. Uygulama 4, kontrol 2 ile benzerliği göstermiştir.

Çizelge 4.15 Köklerin kuru ağırlığı, yaprakların kuru ağırlığı, bitkiciklerin kuru ağırlığı Javanica+ Japonica alt türlerinin bulunması ile oto ve heterotoksiste etkilerinin birbirlerine etkilerinin belirlenmesi

Kontrol ve diğer uygulamaları	Muamele (tohum sayısı adet)		Köklerin kuru ağırlığı (g)	Yaprakların kuru ağırlığı (g)	Bitkiciklerin kuru ağırlığı (g)
	Javanica	Japonica			
Kontrol 1	8	0	0.08287a	0.02121b	0.10408a
Kontrol 2	0	8	0.03042b	0.03350b	0.06225ab
Kontrol 3	4	4	0.01925b	0.01733b	0.03558b
4	7	1	0.02233b	0.02033b	0.04267b
5	6	2	0.01400b	0.01433b	0.03100b
6	5	3	0.01622b	0.04456a	0.05967ab
7	3	5	0.01880b	0.01627b	0.03200b
8	2	6	0.01911b	0.01606b	0.03406b
9	1	7	0.03305b	0.02629ab	0.05990ab

Aynı harfi gösteren ortalamalar arasında %1 düzeyinde önemli farklılık yoktur.

4.4.13 Fenolik asit miktarlarının tayını

Yukarıda belirtilmiş morfolojik özelliklerine hemen hemen paralel olarak kök salgılarından farklı oranda Javanica ve Japonica alt türlerinin kök salgılarından Gallik asit, Kafeik asit, vanillik asit ve Syringik asit miktarlarında (fenolik asitler) miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ototoksisti gösteren kontrol 1 Javanica alt türünde Gallik asit, Kafeik asit, vanillik asit ve Syringik asit miktarlarında miktarları sırasıyla 105.35 ± 1.6 , 102.90 ± 1.71 , 96.77 ± 12 ve 96.30 ± 0.72 ile kontrol 2 uygulama İndica alt türünde 99.23 ± 1.70 , 100.56 ± 10 , 94.68 ± 1.01

ve 94.30 ± 0.41 olarak izlenmiştir. Eşit miktarda İndica ve Japonica ve Javanica tohumları kullanırken Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarında fenolik asit miktarları sırasıyla 102.37 ± 1.03 , 101.49 ± 1.26 , 95.14 ± 1.48 ve 94.21 ± 0.33 olarak bulunmuştur. Sırasıyla 5, 6, 7 İndica 3, 2, 1 Javanica karışım ve 5, 6, 7 Javanica ve 1, 2, 3 İndica karışım tohumlarından elde edilen fidelerin kök salgılarından elde edilen Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarında her iki çeşidin fide sayısına göre fenolik asit miktarlarında varyasyon izlenmiştir.

Çizelge 4.16 Javanica ve Japonica alt türlerinin kök salgılarından Gallik asit, Kafeik asit, Vanillik asit ve Syringik asit miktarlarında asit miktarlarının ölçülmesiyle ototoksiste ve heterotoksiste etkilerinin derecesinin belirlenmesi

Deneme sayısı	Javanica	Japonica	Bulunan phenolic asitleri							
			Gallik asit	rt	Caffeic asit	rt	Vanillic asit	rt	Syringik asit	rt
Kontrol 1	8	0	105.35 ± 1.6	7.3	102.90 ± 1.71	17.6	96.77 ± 12	18.3	96.30 ± 0.72	17.9
Kontrol 2	0	8	99.23 ± 1.70	7.1	100.56 ± 10	17.5	94.68 ± 1.01	17.8	94.30 ± 0.41	16.9
Kontrol 3	4	4	102.37 ± 1.03	7.4	101.49 ± 1.26	16.7	95.14 ± 1.48	16.9	94.21 ± 0.33	17.3
4	7	1	104.32 ± 1.85	7.2	102.33 ± 1.51	17.23	94.41 ± 1.10	16.8	95.35 ± 0.64	16.9
5	6	2	103.12 ± 1.34	7.8	101.25 ± 1.36	17.1	95.35 ± 1.24	16.9	95.42 ± 1.20	16.9
6	5	3	102.98 ± 1.02	7.3	100.62 ± 1.21	16.9	96.33 ± 1.14	17.4	93.59 ± 0.36	17.4
7	3	5	99.44 ± 1.01	7.1	102.45 ± 1.38	17.4	95.80 ± 1.52	17.1	93.91 ± 1.29	17.3
8	2	6	101.94 ± 1.29	7.3	101.50 ± 1.72	17.3	97.39 ± 1.58	17.3	94.11 ± 0.45	17.3
9	1	7	101.47 ± 1.16	7.2	100.14 ± 1.39	17.4	96.45 ± 1.61	17.5	94.21 ± 2.64	17.5

$\pm$ standart hata, rt= retention time

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bitki biyokimyada, doğal olarak oluşan fenoller, en az bir fenol fonksiyonel grubu içeren doğal ürünlerdir. (Harborne 1989, Saxena, vd. 2013, Kiokias, vd. 2020). Bitki doku kültürü çalışmalarında bu fenolik bileşikler eksplant alırken veya farklı bakteriyel veya fungusların saldırısı gibi ekolojik baskılara yanıt olarak sentezlenmektedir (Kiselev, 2011). Bu fenolik asitleri eksplantları üzerinde ROS oluşum ve farklı enzimler ile etkileşim yaparak eksplantlar hücrelerine zarar verip, kararma meydana getirir ve eksplantlardan rejenerasyonuna negatif etkileri yaratılmış olmaktadır.

Bu sızıntıların bir çoğu phenolik asitlerden oluşmaktadır. Dünya çapında doku kültürü çalışmalarında bitki üretimine öne gelen en büyük kısıtlamalardan biri eksplant sızıntılardan dolayı sürgün rejenerasyonuna engelğin teşkil edilmesidir.

Ayrıca, bu sızıntılar (farklı metabolit, fenollar vd ile oluşurlar) büyük ölçüde eksplantın içinde büyüdüğü için eksplant çevresine birikirilmiş olup, eksplantlarına olumsuz şekilde etkilenmektedir. Genetik ve çevre birlikte bir eksplantteki rekabetçi sonucu belirlemektedir. Bu rekabet yüzünden ortamda bulunan bu sızıntıları eksplantın canlılık, gelişen sürgün boyları, büyüme hızı, kallus oluşumu (biyokütle), yaprak oluşumu, yaprak açısı ve genişlenmesi, kardeşlenmesi gibi özelliklerine negatif olarak etkilemektedir (Caton vd.1999, Moolsri vd.1999, Ranasinghe ve Crabtree 1999). Rekabete katkıda bulunan bu tür özellikler, genellikle verimle negatif ilişkilidir. Rejenerasyon amacıyla kullanılan bitki hormonlar ile birlikte, bitki morfolojisi ve fizyolojisine bakarak rekabetçi yeni bitki ideotip'lerin oluşumu ile bitki doku kültürü üniform sürdürebilmesi için negatif yol açmaktadır.

Daha önce yapılmış çalışmaları incelerken farklı disiplinlerden araştırmacılar, uygun rekabet özelliklerine sahip çeltik alt türler arasında hem ototoksiti hemde heterotoksiti seviyeleri blirmek için denemeleri tasarlanmıştır ve tarlalarda çalışmışlardır. Ancak, *in vitro* koşullarda her hangi benzer çalışma bulunmamaktadır ve rekabet yeteneğini dokukültürü çalışmalarında bilmesi/geliştirme çabalarında şimdiye kadar bu alanlar ihmal edilmiştir (Jordan ve Jannink 1997, Olofsdotter vd.1999). Bu tez çalışmasında 3 adet ticari çeltik alt türler arasında rekabeti için ototoksiti ve heterotoksitinin önemine

dikkat çekecek ve bitki doku kültür çalışmalarında allelopatinin vurgulamak için kullanımına yönelik çeltik allelopati araştırmalarındaki bilgilerinde eksikler izlenmektedir.

In vitro koşullarda indica, japonica ve javanica çeltik alt türlerinin fideciklerin morfolojik özellikleri incelerken alt türlerin tek başına veya birlikte kültüre alınmasında, aşağıda verilen farklı bileşiklerin varlığını tespit edilmiştir. Bu bileşikleri hem otokisisti ve hemde heterotoksisti etkilerinin sebep olmaktadır. Daha önce yapılmış çalışmada çeltik alt türlerde en çok bulunan bileşikleri aşağıda verilmiştir.

1. 2-Hydroxyphenylacetic asit
2. 4-Hydroxyphenylacetic asit
3. 4-Phenylbutyric asit
4. 5-Hydroxyindole-3-acetic asit
5. Abietic asit
6. c Salicylic asit,
7. Caffeic asit
8. Gallik asit
9. Gallik asitHydroxybenzenepropanoic asit
10. Indole-3-carboxaldehyde,
11. Indole-5-carboxylic asit
12. Mercaptoacetic asit
13. p-Chlorobenzoic asit
14. p-Coumaric asit
15. Resorcinol,
16. Syringic asit
17. t -Cinnamic asit
18. t -Ferulic asit

19. α - p-Hydroxybenzoic asit
20. β -Resorcylic asit

In vitro koşullarda rekabet, alan (peri kutuları), ışık (büyüme dolabındaki ışıklar), steril saf su paylaşılması ile oluşmaktadır. Dolayısıyla, bitkileri ototoksik ve heterotoksik ilişkilendirilmesi'nde aralardaki kimyasal etkileşimlerin etkisinde farklılığı davranışlar göstermektedirler. Her 3 adet alt türün rekabetin paylaşılan kaynakların etkisi yüzünden allelopati gösteren kimyasallar yakın ve bazen uzak çevreye kimyasalların sıçraması ve eklenmesi etkisi ile rejenerasyon gösteren bitkileri bir birine belirgin şekilde etkileri göstermektedir ve Muller (1969) ve Whitehead, vd (2018)'nin tarla koşullarda yapılan çalışmalarına benzerliği göstermektedir.

Bununla birlikte, bu tür bir ayırım bazen belirli bir ortamdaki alt türlerin bastırma yeteneğinin fenotipik ifadesi olarakda ortaya konulmaktadır. Bu çalışmada her 3 adet çeltik alt türün tek başına ve diğeri ile etkileşim yaparken incelediği morfolojik faktörlere engelleyici etkileri olduğu düşünölmektedir.

Ayrıca, bir veya ikinci bitkisi veya her iki bitkinin kimyasal/lar veya allelokimyasal bileşiklerinin üretilmesi ile çevreye salınması veya sıçraması veya biyoaktif konsantrasyonlarda taşıması veya çevrede birikme yoluyla mevcut olması çok önemli olup, eksplant davranışlarına olumsuz etkileri göstermişlerdir. Hedef ve konuk bitkisinin bazı kimyasalın verilmesi/alınması için bazı araçlara sahip olması; ve petri kutularda gözlenen görüntünün validasyon için rekabetin ölçebilmek için bir mekanizmasının olması ve onun ispat edilmesi önemlidir.

Seksan ve doksanlı yıllarda kaynak rekabetinin müdahalesi olmadan allelopatiyi göstermek ve ölçmek için çeşitli laboratuvar tarama tekniklerin bulunması kolay olmamıştır (Leather ve Einhellig 1986, Fujii 1992, Navarez ve Olofsdotter 1996, Kawaguchi vd. 1997).

Dolayısıyla, literatür tararken hetero ve ototoksiti belirlemek ve ölçmek amacıyla taramalarında geleneksel olarak marul (*Lactuca sativa*) ve turp (*Raphanus sativus*) gibi kolay yetiştirilen, kimyasal bozulmaya karşı çok duyarlı, hassas ve güvenilir türleri

kontrol bitkisi olarak kullanılmıştır (Putnam vd. 1983, Einhellig vd. 1985, Leather ve Einhellig 1985, Fuji 1992). Ancak daha sonra yapılan denemelerde bu tür bitkilerin yabancı otlar kadar agronomik bir öneme sahip olmaması sebeplerden dolayı, tercih edilmemektedir.

Bu çalışmada, ototoksissite ve heterotoksissite çimlenme testleri kullanılmıştır. Her 3-adet çeltik tür *in vitro* koşullar altında yüksek oranda >%95'den fazla veya %100 çimlenme kabiliyetine sahiptirler. İkinci olarak, her 3 alt türün tohumlar tohum başına mevcut allelokimyasal miktarına ne kadar morfolojik olarak negatif/pozitif tepkinin verilmesi, Petri kabı başına tohum sayısı dikkatli bir şekilde seçilmesi kolaylık sağlanmıştır ve elde edilen sonuçları Weidenhamer vd. (1987)'nin yaptığı çalışmasına benzerliği göstermiştir. Üçüncüsü, değerlendirme metodolojisi dikkatlice düşünülmelidir. Elde edilen her 3 alt türde çimlenme hızı ne kadar yüksek olsada, çimlenme güçlerinde belirgin ayırım izlenmiştir. Elde edilen sonuçları Pande vd. (1980) tarafından açıklandığı gibi çimlenme hızını her hangi benzerliği göstermemiştir. Çimlenmeyi hızında her hangi farklılığın olmaması ve çimlenme gücünde farklı sonuçlar izlenmiştir. Yukarıda belirttiği gibi çeltik türlerde morfolojik parametrelerde azda olsa hem hetero hemde ototoksissitin belirlenmesi bitkilerin bünyesinde bulunan 4 adet fenolik asitleri azalması ve yükselmesi ile de tespit edilmiştir. Diğer fenolik bileşiklerin oranları tespit ettirilmemiştir.

Dolayısıyla, hangi fenolik asitlerin fazla veya az etki yaptığı hakkında bir bilgi vermek mümkün değildir. Bitki köklerinden salınan bileşiklerin toplanması, bitkilerden fiilen salınan allelokimyasalları içerdiğinden biyolojik olarak anlamlı bir test çözümü sağlanması ile bu yönde ilk *in vitro* çalışması olarak büyük önem taşımaktadır.

Çeltik allelokimyasallar ile ilerleme kaydedilmiştir ve varsayılan bazı allelokimyasallar tanımlanmıştır. Bununla birlikte, diğer bitkiler için allelo-kimyasallar ararken biyotahlil kılavuzlu izolasyondan faydalanmak önemlidir.

5.1 Sonuçlar

1. Çoğu zaman, bitki allelokimyasal ve hetero toksik çalışmaları arazıda yapılmaktadır ve toprağın sisteminin karmaşıklığından dolayı, gerçek sonuçların

tahmin edilmesi zor olabilmektedir. Bu çalışmada tüm çalışmalar petri kutularda yapılmıştır ve bitki özleri net olarak bilinmiştir. Dolayısıyla bu çalışmasıyla, alıcı bitkilere ve verici bitkiler arasında net bir ilişkinin kurulması ve takip edilebilecek bir yaklaşıma yaklaşmasına kolaylık sağlanması mümkün olmuştur.

2. *In vitro* koşullarda bir ekstraksiyonun oto ve hetero ekstraktların eldesi ve küçük fraksiyonların incelenmesi biyolojik olarak genişletilmiş biyolojik bilgilerin eldesi anlamına gelmektedir. Çeltik yetiştirilen topraklarında bulunan konsantrasyonlar hiçbir zaman çeşitlerde bulunan fitotoksitiyi temsil etmemekle beraber doku kültürü çalışmalarında eksplantların fenolik asitlerin kararmasını sebebi olması çeltikte bulunan oto ve heterotoksitenin olmanın olasıdır.
3. Bu sonuçlar, 3 adet çeltik alt türünde ototoksiti ve heterotoksiti aktivite yoluyla birbirinin baskılayıcı etkileri belirliyerek *in vitro* koşullarda çalışmalar yaparken germplazm eksplanta seçme olasılıklarını imkanları sağlamaktadırlar.
4. Allelopatinin genetik varyasyonunun varlığın tespit edilmesinde kolaylığı sağlamkatadır ve güçlü büyüme inhibisyonu gösteren birkaç kombinasyonların ortaya çıkarmakta olup daha sonraki çalışmalarında ototoksiti veya heterotoksiti aktivitelerinin hangi belirli koşullar altında elde edilebileceğini göstermektedir ve bu da içerdiği genlerin diğer alt türlerinin çevre etkileşimle seviyelerinin işaret etmektedir (Lockerman ve Putnam 1979).
5. Bu çalışma oryza sativa alt türleri arasında büyük bir varyasyon olduğunu ve test edilen germplazmında güçlü ototoksik ve hetero toksik etkileri tespit ve allelopatik potansiyele sahip olduğunu göstermektedirler.
6. Heterotoksik bakımından morfolojik özellikleri incelenme neticesinde İndica-Javanica, alt türlerinde yapılan bu tarama sonuçlarına göre en fazla olumsuz etkileşim 5 İndica alt tür 3 Javanica veya 3 adet İndica ve 5 adet Javanica tohumları birlikte çimlerken elde etmişlerdir.
7. Morfolojik özellikleri bakımından Japonica-İndica alt türlerinde yapılan bu heterotoksik tarama sonuçlarına göre en fazla olumsuz etkileşim 7 Japonica ve 1 adet İndica alt tür tohumların birlikte çimlenirken izlenmiştir. Buna karşı İndica-Japonica karışımlarda en fazla olumsuz etkileşim 3 Japonica ve 5 adet İndica alt tür tohumların birlikte çimlenmesi ile izlenmiştir.

8. Heterotoksik morfolojik özellikleri bakımından Javanica - Japonica alt türlerinde yapılan bu tarama sonuçlarına göre en fazla olumsuz etkileşim 7 Javanica ve 1 adet Japonica alt tür tohumların birlikte çimlenirken izlenmiştir. Buna karşı Javanica - Japonica karışımlarda en fazla olumsuz etkileşim 3 Javanica ve 5 adet Japonica alt tür tohumların birlikte çimlenmesi ile izlenmiştir
9. Ototoksik morfolojik özellikleri incelenme sonucu İndica alt türü en fazla otoksisite ile baskıcı olup, ve bunu Japonica ve Javanica alttürleri takip etmişlerdir. Bu nedenle İndica alt türünün tek başına diğer alt türlere göre daha fazla ototoksik olduğu ve bunu sırasıyla Japonica ve Javanica alttürleri takip etmişlerdir.
10. Doku kültürü çalışmalarında ve çeltik üretim sistemlerinde ototoksisite sorunlarına yol açma riskinden dolayı, ototoksik özelliklere sahip olmayan veya az etki olan çeltik hatlarının seçilmesi gelecekteki hem doku kültürü hemde tarla çalışmalarda büyük önem taşımaktadır.
11. Kök kuru ağırlığı, köklerin yıkanması ve 70°C'de 72 saat kurutulmasıyla belirlenmiştir.
12. Halihazırda Endonezya'dan temin edilmiş olan ve bu tez kapsamında çalışılmış 3 adet alt türleri gelecekte ıslah programlarında yer alan otoksik veya heterotoksik potansiyelin belirlenmesi ile bu türlerin agronomik özellikler arasındaki morfolojik ve kimyasal ilişkiler hakkında analizleri yapılmıştır.
13. *In vitro* koşullarda yapılan *Oryza sativa* alt türleri Japonica, Javanica ve İndica'nın hetero ve ototoksisite etkilerinin belirlenmesi ile ilgili elde edilen ait çalışma sonuçları aşağıda verilmiştir. Denemede her bir alt türüne ait 24'er adet tohum eşit miktarda bölünerek 3 adet tekrar ile 12 adet farklı ölçüm parametre kullanılmıştır. Elde edilen verilerden hem homo ve hemde hetero toksisite (allelopati) etkileri ölçülmüştür.
14. Köklerden suzan kimyasalların HPLC kantatif analizi sonucu elde edilen allelokimyasalların fazlalığı ve azalması ile morfolojik olarak elde edilen sonuçların validasyonu sağlanmıştır.
15. Şimdiye kadar, sahada ve laboratuvarında görülen fitotoksik etkiyi tek başına açıklayabilen alelokimyasalları bulma konusunda sınırlı bir başarı elde edilmiştir. Bu sınırlı başarının nedenlerinden biri, araştırmanın bitkilerde bulunan veya

bitkilerden sızan fenolik asitler gibi bilinen kimyasallar üzerinde yoğunlaşmış olması olabilir.

16. Çeltikte hetero ve ototoksiti hakkında bilgilerin geliştirmek için gerçek koşullarda *in vitro* ortamlarda çalışmaların yapmadan önce bu tezde kullanılan yöntemin kullanılarak rejenerasyon kabiliyetlerinin geliştirilmesi ve daha fazlası mümkün olacağını görünmektedir. Ancak bu tür bir girişim sonuç vermeden önce, bulgularda belirtildiği gibi hala yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.
17. Üç adet çeltik alttürde, onların otoksik ve heterotoksik potansiyeli laboratuvar, çalışmaları yoluyla kanıtlanmıştır. Yabani otların baskılanmasından sorumlu allelokimyasalların belirlenmesi yakında tamamlanacaktır.
18. Doku kültürü çalışmalarında, artan otoksik veya heterotoksik rekabet yeteneği belirlemek için allelopatinin kullanımı ayrıca, allelopatik germplazmanın neden olduğu istenmeyen yan etkilerden kaçınmak için bu tip çalışmaların yapılması faydeli bir şekilde değerlendirilmesi çok önemlidir.
19. Bu allelokimyasalların tanımlanmasına gelecekteki araştırmalarda en yüksek öncelik verilmelidir. Allelopati genetiği üzerindeki çalışmalara devam edilmeli ve tercihen allelokimyasalların tanımlanması ile el ele yürütülmelidir.

5.2 Öneriler

1. Ototoksisite ve heterotoksisitenin çeltik bitkileri üzerindeki etkilerini ve üretim üzerindeki etkilerini büyük ölçekte bilmek ve doğrudan tarlada uygulanabilmesi için alanda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.
2. Gelecekte bu 3 çeltik alt türüne ait daha fazla çeşidinin yer aldığı çalışmaların yapılması ototoksisite ve heterotoksisite ile ilgili etkilerin daha detaylı olarak belirlenebilmesi ve çalışılmasının ihtiyacı duyulmaktadır.
3. İki tür toksisitenin mekanizmasını anlamak ve net bir şekilde belirlemek için allelopati ve ototoksisitenin bitkilerin köklerinin ve diğer organlarının hücresel özellikleri üzerindeki mikroskopik etkilerinin ölçülmesine ihtiyaç vardır.
4. Ayrıca, bu toksisitinin letal ve mutagenik olup olmadığını belirlenmesi gerekmektedir.
5. Mutagenik etkilerinin belirlenmesi için molekular çalışmaların yapılmasında önerilmektedir.

6. Çeltik bitkilerinde en yaygın olarak bulunan fenolik asit sekonder metabolitlerinden biri momilakton A ve momilakton B'dir, ancak bu çalışmada yazarlar bunları gözlemleyememiştir, bu nedenle gelecekteki çeltik bitkilerinde araştırmalarında Ototoksisite ve heterotoksisite belirlenmesinde momilakton A, Momilakton B' ve diğerlerin miktarların ve etkisini gözlemlemesi önerilmektedir.
7. Bununla birlikte, geçmişte yapılan allelopati araştırmalarının çoğu, sorgulanabilir yöntem seçimi ve allelokimyasalların gerçekçi olmayan konsantrasyon aralığı nedeniyle sınırlı bir değere sahiptir.
8. Bu nedenle, daha doğal koşullar kullanılarak yapılan deneylere veya bu tür doğal koşullar altında laboratuvar deneylerinin doğrulanmasına daha fazla önem verilmelidir.
9. Bu çalışmada bitki köklerden elde edilen sızıntıları ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçları çeltikte allelopati araştırması, allelopatik aktivitenin tam olarak anlaşılmasını sağlayabilen disiplinler arası daha ayrıntılı çalışmaların yapılmasının ihtiyacı duyulmaktadır.
10. Bu çalışma allelopati gibi karmaşık etkileşimler, ancak bu tür ortak çabalarla ve bitki bilimi ve kimyasındaki birçok disiplin arasındaki işbirliğiyle anlaşılabilen çalışmaların önemini göstermektedir.
11. Bu tez kapsamında sunulan çalışma, gelişmiş allelopatik potansiyele sahip çeltik çeşitleri üzerinde *in vitro* koşullarda rejenerasyon ve geliştirme nihai hedefine yönelik, gen aktarım ve diğer çalışmaların yapılabilmesi ve kolaylaştırmasına cesur bir adımın olması işaret etmektedir.
12. Ototoksisite ve heterotoksisitenin çeltik bitkileri üzerindeki etkilerini ve üretim üzerindeki etkilerini büyük ölçekte bilmek ve doğrudan tarlada uygulanabilmesi için alanda daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.
13. Gelecekte, ototoksisite ve heterotoksisitenin ilgili etkilerinin test edilen 4 çeltik türünden tespit edilebilmesi ve böylece hangi tür çeltiğin daha iyi özelliklere sahip olduğu önerilebilmesi için aynı anda 4 çeltik türünü içeren araştırmaların yürütülmesi önemlidir. En baskın ototoksisite ve heterotoksisite etkileri.
14. Mikroskopla gözlem yapıldığında görsel ve net bir şekilde gösterilebilmesi için deneyin kök üzerindeki etkisi gözlemlenerek ileri değişkenlerin gözlemi yapılmalıdır.

15. Çeltik bitkilerinde en yaygın olarak bulunan fenolik asit sekonder metabolitlerinden biri momilakton A ve momilakton B'dir, ancak bu çalışmada yazarlar bunları gözlemleyememiştir, bu nedenle gelecekteki araştırmaların momilakton A ve Momilakton A'nın miktarını ve etkisini gözlemlemesi önerilmektedir. Ototoksiste ve heterotoksiste hem çeltik bitkilerinde, hem bitki doku kültür çalışmalarına olumsuz etki yaparak explantların geliştirilmesine olumsuz etki yapmaktadır.
16. Allelokimyasallar doğal bileşiklerdir ve bu nedenle biyolojik olarak parçalanabilirler. Bununla birlikte, doğal kimyasal bileşikler, çevrenin sağlığı için sentetik olarak üretilen kimyasallar kadar zehirli olabilir. Toksikite bir dozaj tepkisidir ve yeterince yüksek bir dozda verildiğinde neredeyse tüm bileşikler toksiktir.
17. Bu nedenle, durdurucu ve önleyici etkiye neden olan kimyasalların tanımlanması, tür bir özelliği ekinlere dahil etmeden önce çok önemlidir. Allelokimyasalların tanımlanması, titiz çevresel ve toksikolojik koşulları sağlamak için ve doku kültürü çalışmalarında Eksplantların karaması önlemek amacıyla da büyük önem arz etmektedir.
18. *In vitro* koşullarda yapılan testleri, yeni bir sentetik böcek ilacı, herbisit etkilerinin belirlediği gibi ve üzerinde yapılan araştırmaların yeni kimyasal gruplara ve/veya yeni etki bölgelerine ait fitokimyasalların bulunma fırsatı sağladığından, endüstriyel üretim ve katılım için bir giriş noktası olabilir (Duke ve ark. 1998, 2000).
19. İlaç endüstrisinde, bitkilerde yeni aktif bileşikler aramak uzun yıllardır yaygın bir uygulamadır. Bununla birlikte, bitki koruma amaçları için, ticari salım için yalnızca birkaç doğal bileşik bulunmuş ve geliştirilmiştir. Bitki korumada doğal bileşiklerin kullanımı yakın zamanda gözden geçirilmiştir ve ilgili okuyucular arasında olmalıdır. Duke vd. (2000).
20. Son olarak, bir veya fazla bitki türünden allelo ve hetero kimyasalların tanımlanması ve endüstriyel olarak kullanımı çok büyük önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Ahmed, H. M. 2018. Phytochemical screening, total phenolic content and phytotoxic activity of corn (*Zea mays*) extracts against some indicator species. *Natural Product Research*, 32(6), 714-718.
- Ahmed, H. M., Nabavi, S. and Behzad, S. 2021. Herbal drugs and natural products in the light of nanotechnology and nanomedicine for developing drug formulations. *Mini Reviews in Medicinal Chemistry*, 21(3), 302-313.
- Akemo, M. C., Regnier, E. E. and Bennett, M. A. 2000. Weed suppression in spring-sown rye (*Secale cereale*)-pea (*Pisum sativum*) cover crop mixes. *Weed Technol*, 14, 545-549.
- Amb, M. K. and Ahluwalia, A. S. 2016. Allelopathy: Potential role to achieve new milestones in rice cultivation. *Rice Sci.* 23(4), 165-183.
- Apel, K. and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. *Annu Rev Plant Biol*, 55, 373-399.
- ARC-ITSC Analytical Service. 2016. Guide and Instructions for Soil and Leaf Sampling for Tropical and Subtropical Crops, ARC-ITSC Analytical Laboratory Services, Nelspruit, South Africa.
- Asaduzzaman, M. and Asao, T. 2020. Autotoxicity in Strawberry Under Recycled Hydroponics and Its Mitigation Methods. *The Horticulture Journal*, 89(2), 124-137. Doi: 10.2503/hortj.UTD-R009.
- Asano, K., Yamasaki, M., Takuno, S., Miura, K., Katagiri, S., Ito, T., Kazuyuki D., Jianzhong W., Kaworu E., Takashi., Hideki I., Hidemi K., Motoyuki Ashikaria. and Makoto M. 2011. Artificial selection for a green revolution gene during Japonica rice domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(27), 11034-11039.
- Ashikari, M. and Matsuoka, M. 2006. Identification, isolation and pyramiding of quantitative trait loci for rice breeding. *Trends Plant Sci*, 11, 344-350.
- Awika, J. M. 2011. Major cereal grains production and use around the world. *Advances in cereal science: implications to food processing and health promotion*. ACS Publications, 1-13.
- Barnes, J. P. and A. R. Putnam. 1986. Evidence for allelopathy by residues and aqueous extracts of rye (*Secale cereale*). *Weed Sci*, 34, 384-390.
- Batish, D. R., Singh, H. P. and Kaur, S. 2001. Crop allelopathy and its role in ecological agriculture. *J Crop Prod*, 4, 121-161.

- Baziramakenga, R., Leroux, G. D. and Simard, R. R. 1995. Effects of benzoic and cinnamic acids on membrane permeability of soybean roots. *J Chem Ecol*, 21, 1271-1285.
- Baziramakenga, R., Leroux, G. D., Simard, R. R. and Nadeau, P. 1997. Allelopathic effects of phenolic acids on nucleic acid and protein levels in soybean seedlings. *Can J Bot*, 75, 445-450.
- Belz, R. and Hurle, K. 2002. Dose-response: a challenge for allelopathy? 3rd World Congress on allelopathy-abstracts book; Aug 26–30, Tsukuba, Japan. p. 54.
- Belz, R. G. 2007. Allelopathy in crop/weed interactions-an update. *Pest Manag Sci*, 63, 308-326.
- Bergmark, C. L., Jackson, W. A., Volk, R. J. and Blum, U. 1992. Differential inhibition by ferulic acid of nitrate and ammonium uptake in *Zea mays* L. *Plant Physiol*, 98, 639-645.
- Bertin, C., Weston, L. A., Tengfang, W., Georg, H. J. and Thomas, O. 2007. Grass roots chemistry: meta-tyrosine, an herbicidal nonprotein amino acid. *PNAS*, 104, 16964-16969.
- Bewley, J. D. and Black, M. 1994. *Seeds: Physiology of Development and Germination*, 445. Plenum Press, New York.
- Bhadoria. 2010. "Allelopathy: a natural way towards weed management," *American Journal of Experimental Agriculture*, 1(1), 7-20.
- Bi, H. H., Zeng, R. S., Su, L. M., An, M. and Luo, S. M. 2007. Rice allelopathy induced by methyl jasmonate and methyl salicylate. *J Chem Ecol*, 33, 1089-1103.
- Blench, R. 2006. *Archaeology, languages, and the African past*, Lanham. Alta Mira Press, 217-219.
- Blum, U., Shafer, S. R. and Lehman, M. E. 1999. Evidence for inhibitory allelopathic interactions involving phenolic acids in field soils: concepts vs. an experimental model. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18(5), 673-693.
- Bode, H. R. 1958. Beiträge zur Kenntnis allelopathischer Erscheinungen bei einigen Juglandaceen. *Planta* 51, 440-480.
- Bouillant, M. L., Jacoud, C., Zanella, I., Favre-Bonvin, J. and Bally, R. 1994. Identification of 5-(12-heptadecenyl)-resorcinol in rice root exudates. *Phytochemistry*, 35(3), 768-771.
- BPS. (Badan Pusat Statistik). 2019. *Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Padi Menurut Provinsi 2018*. Jakarta Pusat, Badan Pusat Statistik.
- Bu, R., Xiao, X., Liao, W., Hu, Y., Li, J., Lv, J., Wang, R. and Xie, J. 2018. Exogenous Si Alleviation of Autotoxicity in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seed

- Germination is Correlated with Changes in Carbohydrate Metabolism. *J Plant Growth Regul*, 37, 784-793. Doi: 10.1007/s00344-017-9773-8.
- Carney, J. 2005. Rice and memory in the age of enslavement: Atlantic passages to Suriname, Slavery and abolition. *Slavery and abolition*, 26(3), 325-347.
- Caton, B. P., A. M. Mortimer, T. C. Foin, J. E. Hill, K. D. Gibson. and A. J. Fischer. 1999. Weed morphology effects on competitiveness for light in direct-seeded rice. *Proc. 17th Asian±Pacific Weed Sci. Soc. Conf.*, Bangkok, IA, 116-120.
- Chang, T. T. 1976. The Rice Cultures. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 275(936), 143-157. <https://www.jstor.org/stable/2418218>.
- Cheng, F. and Cheng, Z. 2016. Corrigendum: Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1697.
- Chi, W. C., Chen, Y. A., Hsiung, Y. C., Fu, S. F., Chou, C. H., Trinh, N. M., Chen, Y C. and Huang, H. J. 2013. Autotoxicity mechanism of *Oryza sativa*: transcriptome response in rice roots exposed to ferulic acid. *BMC Genomics*, 14, 351. <http://www.biomedcentral.com/1471-2164/14/351>.
- Chon, S. U. and Jerry N. C. 2013. Allelopathic dynamics in resource plants, in *Allelopathy*, 81-110, Springer, Berlin, Heidelberg, Germany.
- Chon, S. U. and Kim, Y. M. 2004. Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from four grass crop extracts. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 190, 145-150.
- Chou, C. H. 1990. The role of allelopathy in agroecosystems: studies from tropical Taiwan. In: Gliessman SR (ed) *Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture*. Ecological studies, 78, 105-121, Springer-Verlag, Berlin.
- Chou, C. H. and Chiou, S. J. 1979. Auto intoxication mechanism of *Oryza sativa* II. Effects of culture treatments on the chemical nature of paddy soil on rice productivity. *J Appl Ecol*, 5, 839-859.
- Chou, C. H. and Lin, H. J. 1976. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa* I. Phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. *J Chem Ecol*, 2, 353-367.
- Chou, C. H., Chiang, Y. C. and Chang, H. H. 1981. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa*. III. Effect of temperature on phytotoxin production during rice straw decomposition in soil. *J Chem Ecol*, 7, 741-752.
- Chung, I. M., Ahn, J. K. and Yun, S. J. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. *Crop protection*, 20(10), 921-928.

- Chung, I., Ahn, J. and Yun, S. 2001. Identification of allelopathic compounds from rice (*Oryza sativa* L.) straw and their biological activity. *Can. J. Plant. Sci*, 81(4), 815-819.
- Cornelissen, J., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D., Reich, P., Ter Steege, H., Morgan, H. and Van Der Heijden, M. 2003. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide, *Australian Journal of Botany*, 51(4), 335-380.
- Curtis, J. T. and Cottam, G. 1950. Antibiotic and autotoxic effects in prairie sunflower. *Bull. Torrey Botan. Club*, 77, 187-191.
- Dahiya, A. and Saini, R. 2016. Diversity of Rice: In Aspects of Nutritional, Medicinal and WaterSaving Agriculture. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 9(9), 1-4.
- Devi, S. R. and Prasad, M. N. V. 1996. Ferulic acid mediated changes in oxidative enzymes of maize seedlings: implications in growth. *Biol Plant*, 38, 387-395.
- Ding, J., Sun, Y., Xiao, C. L., Shi, K., Zhou, Y. H. and Yu, J. Q. 2007. Physiological basis of different allelopathic reactions of cucumber and figleaf gourd plants to cinnamic acid. *J Exp Bot*, 58, 3765-3773.
- Doi, K., Yasui, H. and Yoshimura, A. 2008. Genetic variation in rice. *Current Opinion in Plant Biology*, 11, 144-148.
- dos Santos, W. D., Ferrarese, M. L., Nakamura, C. V., Mourão, K. S., Mangolin, C. A. and Ferrarese-Filho, O. 2008. Soybean (*Glycine max*) root lignification induced by ferulic acid. The possible mode of action. *J Chem Ecol*, 34, 1230-1241.
- Dresch, J. 1949. La riziculture en Afrique occidentale. *Annales de Géographie*, 58, 294-312.
- Duke, S. O., F. E. Dayan. and A. M. Rimando. 1998. Natural products as tools for weed management. *Proc. Jpn Weed Sci. Suppl.* 1-11.
- Dunand, C., Crèvecoeur, M. and Penel, C. 2007. Distribution of superoxide and hydrogen peroxide in *Arabidopsis* root and their influence on root development: possible interaction with peroxidases. *New Phytol*, 174, 332-341.
- Dzowela, B., Hove, L. and Mafongoya, P. 1995. Effects of drying method on chemical composition and *in vitro* digestibility of multipurpose tree and shrub fodders, *Tropical Grasslands*, 29, 263-269.
- Einhellig, F. A. 1995. Allelopathy: current status and future goals. In: *Allelopathy: Organisms, Processes and Applications*, 1-24. Inderjit, Dakshini, K. M. M. and Einhellig, F. A., Eds., ACS Symposium Series No. 582, American Chemical Society, Washington, DC.

- Einhellig, F. A. 1995. Mechanism of action of allelochemicals in allelopathy. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington, DC, 96-116.
- Einhellig, F. A. 2004. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In: Macias FA, Galindo JCG, Molinilo JMG, Cutler HG (eds) Allelopathy: chemistry and mode of action of allelochemicals. CRC Press, Boca Raton, 217-238.
- Einhellig, F. A., G. R. Leather. and L. L. Hobbs. 1985. Use of *Lemna minor* L. as a bioassay in allelopathy. *J. Chem. Ecol*, 11, 65-72.
- Eizenga, G. C., Jia, M. H., Jackson, A. K., Boykin, D. L., Ali, M. L., Shakiba, E., Nhien T. T., Susan R McCouch. and Jeremy D. E. 2019. Validation of yield component traits identified by genome-wide association mapping in a tropical Japonica x tropical Japonica rice biparental mapping population. *Plant Genome*, 12. Doi: 10.3835/plantgenome2018.04.0021.
- Ellis, R. H. and Roberts, E. H. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology*, 9, 373-409.
- Emecen, F. 1993. Çeltik. TDV İslâm Ansiklopedisi C. 8, 265-266.
- Evenari, M. 1949. Germination inhibitors. *Bot. Rev* 15, 153-194. Doi: 10.1007/BF02861721.
- Faharuddin, F., M. Andy, Y. M. and Yunita, Y. 2016. Nutrient Elasticities of Food Consumption: the Case of Indonesia. *J. Agribus. Dev. Emerg. Econ*, 5, 57-75.
- Fang, C. X., He, H. B., Wang, Q. S., Qiu, L., Wang, H. B., Zhuang, Y. E., Xiong, J. and Lin, W. X. 2010. Genomic analysis of allelopathic response to low nitrogen and barnyardgrass competition in rice (*Oryza sativa* L.). *Plant Growth Regulation*, 61, 277-286.
- Fang, C. X., Xiong, J., Qiu, L., Wang, H. B., Song, B. Q., He, H. B., Lin, Y. R. and Lin W. X. 2009. Analysis of gene expressions associated with increased allelopathy in rice (*Oryza sativa* L.) induced by exogenous salicylic acid. *Plant Growth Regulation*, 57, 163-172.
- Fang, C., Yang, L., Chen, W., Li, L., Zhang, P., Li, Y., He, H. and Lin, W. 2020. MYB57 transcriptionally regulates MAPK11 to interact with PAL2;3 and modulate rice allelopathy. *Journal of Experimental Botany*, 71(6), 2127-2142. Doi:10.1093/jxb/erz540.
- FAO. 2017. Crops and Livestock Products, Son Erişim: 16.08.2017, Link: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>.
- Farooq, M., Bajwa, A. A., Cheema, S. A. and Cheema, Z. A. 2013. Application of allelopathy in crop production. *Intl J Agric Biol*, 15, 1367-1378.
- Foreman, J., Demidchik, V., Bothwell, J. H., Mylona, P., Miedema, H., Torres, M. A., Linstead, P., Costa, S., Brownlee, C., Jones, J. D., Davies, J. M. and Dolan, L.

2003. Reactive oxygen species produced by NADPH oxidase regulate plant cell growth. *Nature*, 422(6930), 442-446.
- Franche, C., Lindström K. and Elmerich, C. 2009. Nitrogen-fixing bacteria associated with leguminous and non-leguminous plants. *Plant Soil*, 321, 35-59.
- Friebe, A., Vilich, V., Hennig, L., Kluge, M. and Sicker, D. 1998. Detoxification of benzoxazolinone allelochemicals from wheat by *Gaeumannomyces graminis var tritici*, *G. graminis var. graminis*, *G. graminis var. avena* and *Fusarium culmorum*. *Appl Environ Microbiol*, 64, 2386-2391.
- Fuji, Y. 1992. The potential biological control of paddy weeds with allelopathy: Allelopathic effect of some rice varieties. In: *Proceedings International Symposium on Biological Control and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia*. 4 305±320, National Agricultural Research Centre of Japan, Tsukuba, Japan.
- Fujii, Y. 1992. The allelopathic effect of some rice varieties. In: *Proc. Int. Symp. on Biological Control. and Integrated Management of Paddy and Aquatic Weeds in Asia*, Tsukuba, 1-6.
- Fuller, D. Q. 2006. The Ganges on the world Neolithic map: The significance of recent research on agricultural origins in northern India. *Pragdhara*, 16, 187-206.
- Fuller, D. Q. 2011. Pathways to Asian civilizations: Tracing the origins and spread of rice and rice cultures. *Rice*, 4(3-4), 78-92.
- Fuller, D. and Qin, L. 2009. Water management and labour in the origins and dispersal of Asian rice. *World Archaeol*, 41(1), 88-111.
- Garris, A. J., Tai, T. H., Coburn, J., Kresovich, S. and McCouch, S. 2005. Genetic structure and diversity in *Oryza sativa* L. *Genetics*, 169, 1631-1638.
- Gent, M. P. N., Parrish, Z. D. and White, J. C. 2005. Nutrient uptake amongst the sub species of *Cucurbita pepo* L. is related to exudation of citric acid. *J. Amer Soc. Hort. Sci*, 130, 782-788.
- Gerald, F. L., Blum, U. B. and Fiscus, E. L. 1992. Short-term effects of ferulic acid anion uptake and water relations in cucumber seedlings. *J Exp Bot*, 43, 649-655.
- Ghosh, B., Md, N. A. and Gantait, S. 2016. Response of Rice under Salinity Stress: A Review Update, *Rice Research*. Open Access, 1-8.
- Gniazdowska, A. and Bogatek, R. 2005. Allelopathic interactions between plants multi-site action of allelochemicals. *Acta Physiol Plantarum*, 27, 395-407.
- Gridley, H. E., Jones, M. P. and Wopereis, P. M. 2002. Development of new rice for Africa (NERICA) and participatory varietal selection. *Bouake', Côte d'Ivoire: West Africa Rice Development Association (WARDA)*, 1-6.

- Gross, D. and Parthier, B. 1994. Novel natural substances acting in plant growth regulation. *J. Plant Growth Regul*, 13, 93-114.
- Gross, E. 1999. Allelopathy in benthic and littoral areas case studies on allelochemicals from benthic cyanobacteria and submerged macrophytes. In: Inderjit, Dakshini, K. M. M. M. Foy, C. L. (eds.). *Principles and Practices in Plant Ecology*. - Boca Raton, Fla. : CRC Press, pp. 179-199
- Gu, Y., Wang P. and Kong C.H. 2008. Effects of rice allelochemicals on the microbial community of flooded paddy soil. *Allelopathy J*, 22, 299-309.
- Gu, Y., Wang, P. and Kong, C. 2009. Urease, invertase, dehydrogenase and polyphenoloxidase activities in paddy soil influenced by allelopathic rice variety. *European Journal of Soil Biology*, 45, 436-441.
- Guo, L., Guo, W., Zhao, H., Wang, J., Liu, H., Sun, J., Hongliang Z., Hanjing S. and Detang Z. 2015. Association mapping and resistant alleles analysis for Japonica rice blast resistance. *Plant Breeding*, 134, 646-652.
- Halligan, J. P. 1973. Bare areas associated with shrub stands in grasslands: the case of *Artemisia californica*. *Bioscience* 23, 429-432.
- Hameed, A., Shahina, M., Young, L. S., Lai, W. A., Ramaiah, K. S. and Young, C. C. 2019. Bacteriostatic stimulus of meropenem on allelochemical-metabolizing *Burkholderia* sp. LS-044 mitigates ferulic acid autotoxicity in rice (*Oryza sativa* ssp. Japonica cv. Tainung 71) *Plant Soil*, 443, 73-86. Doi: 10.1007/s11104-019-04195-7.
- Harborne, J. B. 1989. General procedures and measurement of total phenolics. *Methods in plant biochemistry*, 1, 1-28.
- Hassan, M. M., Daffalla, H. M., Yagoub, S. O., Osman, M. G., Gani, M. E. A. and Babiker, A. G. E. 2012. Allelopathic effects of some botanical extracts on germination and seedling growth of *Sorghum bicolor* L. *Journal of Agricultural Technology*, 8(4), 1423-1469.
- Heady, H. F. 1957. The measurement and value of plant height in the study of herbaceous vegetation, *Ecology*, 38(2), 313-220.
- Holappa, L. D. and Blum, U. 1991. Effects of exogenously applied ferulic acid, a potential allelopathic compound, on leaf growth, water utilization, and endogenous abscisic acid levels of tomato, cucumber, and bean. *J Chem Ecol*, 17, 865-886.
- Hong, Y., Hu, H. Y., Xie, X., Sakoda, A., Sagehashi, M. and Li, F. M. 2009. Gramine-induced growth inhibition, oxidative damage and antioxidant responses in freshwater cyanobacterium *Microcystis aeruginosa*. *Aquat. Toxicol*, 91(3), 262-269.
- Hong, S. Y., Roze, L. and Linz, J. 2013. Oxidative stress-related transcription factors in the regulation of secondary metabolism. *Toxins*, 5(4), 683-702.

- Horie, T., Baker, J. T., Nakagawa, H., Matsui, T. and Kim, H. Y. 2000. Crop ecosystem responses to climatic change: Rice. In Reddy, K.R. ve Hodges, H.F. (eds.) Climate change and global crop productivity. CAB International, Wallingford, UK.
- Huang, D. L., Zeng, G. M., Feng, C. L., Hu, S., Jiang, X. Y., Tang, L., Su, F. F., Zhang, Y., Zeng, W. and Liu, H. L. 2008. Degradation of lead-contaminated lignocellulosic waste by *Phanerochaete chrysosporium* and the reduction of lead toxicity. Environ, Sci. Technol, 42(13), 4946-4951.
- Huang, L. F., Song, L. X., Xia, X. J., Mao, W. H., Shi, K., Zhou, Y. H. and Yu, J., Q. 2013. Plant-soil feedbacks and soil sickness: from mechanisms to application in agriculture. J Chem Ecol. Doi:10.1007/s10886-013-0244-9.
- Huang, X., Chen, J., Liu, J., Li, J., Wu, M. and Tong, B. 2019. Autotoxicity Hinders the Natural Regeneration of *Cinnamomum migao* H. W. Li in Southwest China. Forests, 10, 919. Doi: 10.3390/f10100919.
- Huang, X., Kurata, N., Wei, X., Wang, Z.X., Wang, A., Zhao, Q., Zhao, Y., Liu, K., Lu, H., Li, W., Guo, Y., Lu, Y., Zhou, C., Fan, D., Weng, Q., Zhu, C., Huang, T., L Zhang, L., Wang, Y., Feng, L., Furuumi, H., Kubo, T., Miyabayashi, T., Yuan, X., Xu, Q., Dong, G., Zhan, Q., Li, C., Fujiyama, A., Toyoda, A., Lu, T., Feng, Q., Qian, Q., Li, J. and Han, B. 2012. A map of rice genome variation reveals the origin of cultivated rice. Nature 490, 497-501.
- Iiyama, K. Lam, T. B. T. and Stone, B. A. 1990. Phenolic asit bridges between polysaccharides and lignin in wheat internodes. Phytochemistry, 29, 733-737.
- Inderjit. and Duke, S. O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy. Planta, 217, 529-539.
- Inderjit. 1996. Plant phenolics in allelopathy. Bot Rev, 62, 186-202.
- IRRI. 2017. World Rice Statistics Online Query Facility. Son Erişim: 18.08.2017, Link: <http://www.ricestat.irri.org:8080/wrsv3/entrypoint.htm>.
- IRRI. 2022. Knowledge Bank. Son Erişim: 16.08.2022. Link: [http://www.knowledgebank.irri.org/ericeproduction/0.5_Rice races.htm](http://www.knowledgebank.irri.org/ericeproduction/0.5_Rice%20races.htm).
- ISTA. (International Seed Testing Association). 1996. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology 21(Suppl.): 1-288.
- Izawa, T., Konishi, S., Shomura, A. and Yano, M. 2009. DNA changes tell us about rice domestication. Current Opinion in Plant Biology, 12, 185-192.
- Jabran, K., Mahajan, G., Sardana, V. and Chauhan, B. S. 2015. Allelopathy for weed control in agricultural systems. Crop Protection, 72, 57-65.
- Jabran, K. and Farooq, M. 2013. Implications of potential allelopathic crops in agricultural systems. In Allelopathy, 349–385. Springer, Berlin, Germany.

- Jacobo, V. D. A. Gonz, M. 'alez-Ag'üero. and ' Cisneros-Zevallos, L. 2015. Cross-talk between signaling pathways: the link between plant secondary metabolite production and wounding stress response. *Scientific Reports*, 5(1). Article ID 8608.
- Jena, K. K. and Hardy, B. 2012. Advances in temperate rice research. International Rice Research Institute (IRRI). Los Baños, Philippines.
- Jin, J., Huang, W., Gao, J., Yang, J., Shi, M., Zhu, M., Luo, D. and Lin, H. 2008. Genetic control of rice plant architecture under domestication. *Nat Genet*, 40, 1365-1369.
- Jones, M. P., Dingkuhn, M., Aluko G. K. and Semon M. 1997. Interspecific *Oryza sativa* L. *O. glaberrima* Steud. progenies in upland rice improvement, 94, 237-246.
- Jordan, N. R. and J. L. Jannink. 1997. Assessing the practical importance of weed evolution a research agenda. *Weed Res.* 37, 237-246.
- Juliano, B. O. 1993. Rice in human nutrition. IRRI Food and Nutrition Series, 26.
- Karakaş, H. 1996. Bursa Yöresinde Yetiştirilen Bezelye (*Pisum sativum* L.) Çeşitlerinin Morfolojik ve Agronomik Özellikleri, Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Karmarkar, S. V. and Tabatabai, M. A. 1991. Effects of biotechnology byproducts and organic asits on nitrification in soils. *Biol Fertil Soils*, 12, 165-169
- Kato-Noguchi, H. 2011. *Barnyard grass*-induced rice allelopathy and momilactone B. *Journal of Plant Physiology*, 168(10), 1016–1020.
- Kato-Noguchi, H. 2004. Allelopathic substance in rice root exudates: rediscovery of momilactone B as an allelochemical. *J Plant Physiol*, 161, 271-276.
- Kato-Noguchi, H. and Kitajima, S. 2015. Momilactone sensitive proteins in *Arabidopsis thaliana*. *Natural Product Communications*, 10, 729-732.
- Kato-Noguchi, H., Hasegawa, M., Ino, T., Ota, K. and Kujime, H. 2010. Contribution of momilactone A and B to rice allelopathy. *Journal of Plant Physiology*, 167, 787-791.
- Kato-Noguchi, H., Ino, T. and Ota, K. 2008. Secretion of momilactone A from rice roots to the rhizosphere. *Journal of Plant Physiology*, 165, 691-696.
- Kato-Noguchi, H., Ota, K. and Kujime, H. 2012. Absorption of momilactone A and B by *Arabidopsis thaliana* L. and the growth inhibitory effects. *Journal of Plant Physiology*, 169, 1471-1476.
- Kato-Noguchi, H., Ota, K., Kujime, H. and Ogawa, M. 2013. Effects of momilactone on the protein expression in *Arabidopsis* germination: *Arabidopsis* and momilactone. *Weed Biology and Management*, 13, 19-23.

- Kawaguchi, S., K. Yoneyama, T. Yokota, Y. Takeuchi, M. Ogasawara. and M. Konnai. 1997. Effects of aqueous extract of rice plants (*Oryza sativa* L.) on seed germination and radicle elongation of *Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*. *Plant Growth Regul*, 23, 183-189.
- Khanh, T. D., Linh, L. H., Linh, T. H., Quan, N. T., Cuong, D. M. and Hien, V. T. T. 2013. Integration of allelopathy to control weeds in rice. Chapter 4. Doi: 10.5772/56035. Khanh, T. D., Xuan, T. D., & Chung, I. M. (2007). Rice allelopathy and the possibility for weed management. *Annals of Applied Biology*, 151(3), 325-339.
- Khush, G. S. 1997. Origin, dispersal, cultivation and variation of rice. *Plant Molecular Biology*, 35, 25-34.
- Kim, K. U. and Shin, D. H. 2008. Progress and prospect of rice allelopathy research. In: Zeng RS, Mallik AU, Luo SM (eds) *Allelopathy in sustainable agriculture and forestry*, 189-213, Springer, New York.
- Kim, K. U. and D. H. Shin. 1998. Rice allelopathy research in Korea. In: M. Olofsdotter (ed.), *Allelopathy in Rice*. Proc. Workshop on Allelopathy in Rice, 39-43. IRRI, Manila.
- Kim, K. U., D. H. Shin, I. J. Lee. and H. Y. Kim. 2000. Rice allelopathy in Korea. Proc. Int. Workshop on Rice Allelopathy, Kyungpook, 48-72.
- Kiokias, S., Proestos, C. and Oreopoulou, V. 2020. Phenolic acids of plant origin-A review on their antioxidant activity *in vitro* (o/w emulsion systems) along with their *in vivo* health biochemical properties. *Foods*, 9(4), 534.
- Kiselev, K. V. 2011. Perspectives for production and application of resveratrol. *Applied microbiology and biotechnology*, 90, 417-425.
- Klee, M., Zach, B. and Neumann, K. 2000. Four thousand years of plant exploitation in the Chad Basin of northeast Nigeria. I. The archaeobotany of Kursakata. *Vegetation History and Archaeobotany*, 9, 223-237.
- Kong, C. H., Li, H. B., Hu, F., Xu, X. H. and Wang, P. 2006. Allelochemicals released by rice roots and residues in soil. *Plant and Soil*, 288, 47-56.
- Kovach, M. J., Sweeney, M. T. and McCouch, S. R. 2007. New insights into the history of rice domestication. *Trends Genet*, 23, 578-587.
- Lambers, H., F. S. Chapin III. and T. L. Pons. 1998. *Plant Physiological Ecology*. Springer-Verlag, Berlin.
- Latif, S., Chiapusio, G. and Weston, L. A. 2017. Allelopathy and the Role of Allelochemicals in Plant Defence, In: Becard, G. (ed.) *Advances in Botanical Research*. Academic Press, 19-54.

- Leather, G. R. and F. A. Einhellig. 1985. Mechanisms of allelopathic action in bioassay. In: A. C. Thompson (ed.), The Chemistry of Allelopathy. Biochemical Interactions Among Plants, 197-205. Am. Chem. Soc., Washington DC.
- Leather, G. R. and F. A. Einhellig. 1986. Bioassays in the study of allelopathy. In: A. R. Putnam, and C. S. Tang (eds), The Science of Allelopathy, 133-145. John Wiley and Sons, New York.
- Lee, S., Ku, Y., Kim, K., Hahn, S. and Chung, I. 2004. Allelopathic potential of rice germplasm against barnyardgrass. *Allelopathy Journal*, 13, 17-28.
- Lestari, P., Mulya, K., Wikan, D. U., Dani, S., Supriadi. and Mastur. 2020. Strategies and Technologies for the Utilization and Improvement of Rice. IAARD Press, 482. Indonesian Agency for Agricultural Research and Development, Jakarta.
- Li, J., Liu, X., Wang, Q., Huangfu, J., Meredith C. S. and Lou, Y. 2019. A Group D MAPK Protects Plants from Autotoxicity by Suppressing Herbivore-Induced Defense Signaling. *Plant Physiology*, 179, 1386-1401. Doi: 10.1104/pp.18.01411.
- Li, L. L., Zhao, H. H. and Kong, C. H. 2020. (–)-Loliolide, the most ubiquitous lactone, is involved in barnyardgrass-induced rice allelopathy. *Journal of Experimental Botany*, 71, 1540-1550.
- Liu, X., Li, J., Noman, A. and Lou, Y. 2019. Silencing *OsMAPK20-5* has different effects on rice pests in the field, *Plant Signaling & Behavior*, 14, 9. Doi: 10.1080/15592324.2019.1640562.
- Lockerman, R. H. and A. R. Putnam. 1979. Evaluation of allelopathic cucumbers (*Cucumis sativus*) as an aid for weed control. *Weed Sci*, 27, 54-57.
- Long, W., Luo, L., Luo, L., Xu, W., Li, Y., Cai, Y. and Xie, H. 2022. Whole Genome Resequencing of 20 Accessions of Rice Landraces Reveals Javanica Genomic Structure Variation and Allelic Genotypes of a Grain Weight Gene *TGW2*. *Front Plant Sci*, 13, 857435. Doi: 10.3389/fpls.2022.857435.
- Lu, B. R., Cai, X. and Jin, X. 2009. Efficient indica and japonica rice identification based on the InDel molecular method: Its implication in rice breeding and evolutionary research. *Progress in Natural Science*, 19, 1241-1252.
- Lyu, S. W. and Blum, U. 1990. Effects of ferulic acid, an allelopathic compound, on net P, K, and water uptake by cucumber seedlings in a split-root system. *J Chem Ecol*, 16, 2429-2439.
- Ma, Y. Q., Zhang, M., Li, Y., Shui, J. and Zhou, Y. 2014. Allelopathy of rice (*Oryza sativa* L.) root exudates and its relations with *Orobancha cumana* Wallr. and *Orobancha minor* Sm. germination. *J Plant Interact*, 9(1), 722-730.
- Mao, L., Kawaide, H., Higuchi, T., Chen, M., Miyamoto, K., Hirata, Y., Kimura, H., Miyazaki, S., Teruya, M., Fujiwara, K., Tomita, K., Yamane, H., Hayashi, K. I.,

- Nojiri, H., Jia, L., Qiu, J., Ye, C., Timko, M. P., Fan, L. and Okada, K. 2020. Genomic evidence for convergent evolution of gene clusters for momilactone biosynthesis in land plants. *Proc Natl Acad Sci USA*, 117(22), 12472-12480. Doi: 10.1073/pnas.1914373117.
- Marsetio, Djali, M., Nurhasanah, S., Lembong, E. and Rahmat, R. 2013. The Effect of Flooding on Rice Characteristics of Cilamaya Muncul on Various Days After Planting During The Last Reproductive and Maturation Phase. *Acta Horti*, 1011, 285-291. Doi:10.17660/ActaHorti, 2013.1011.35.
- Masum, S. M. Akamine, H., Hossain, M. A., Sakagami, J. I., Ishii, T. and Gima, S. 2020. Assessment of The Allelopathic Potential and Identification of The Phytotoxic Substances From The Straw of Bangladeshi Indigenous Rice Variety ‘Goria’. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(4), 5547-5560. Doi: 10.15666/aeer/1804_55475560.
- Mattice, J., Lavy, T., Skulman, B. and Dilday, R. 1998. Searching for allelochemicals in rice that control ducksalad, 81-98. In M. Olofsdotter (ed.) 1996. *Allelopathy in rice*. Proc. Workshop on Allelopathy in Rice, Manila, Philippines. 25-27. IRRI, Manila, Philippines.
- McIntosh, S. K. 1995. Excavations at Jenne-Jeno, Hambarketolo, and Kaniana (Inland Niger Delta, Mali): the 1981 Season. Berkeley, University of California Press.
- McKeehen, J. D., Busch, R. H. and Fulcher, R. G. 1999. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) phenolic acids during grain development and their contribution to Fusarium resistance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47, 1476–1482.
- McPherson, J. K., Chou, C. H. and Muller, C. H. 1971. Allelopathic constituents of the chaparral shrub (*Adenostoma fasciculatum*). *Phytochemistry*, 10, 2925-2933.
- Meharg, A. A., Williams, P. N., Adomako, E., Lawgali, Y. Y., Deacon, C., Villada, A., Cambell, R. C., Sun, G., Zhu, Y. G., Feldman, J., Raab, A., Zhao, F. J., Islam, R., Hossain, S. and Yanai, J. 2009. Geographical Variation in Total and Inorganic Arsenic Content of Polished (White) Rice. *Environ. Sci. Technol*, 43(5), 1612-1617.
- Miller, D. A. 1996. Allelopathy in forage crop systems. *Agron. J*, 88(6), 854-859.
- Miyamoto, K., Fujita, M. and Shenton, M. R. Akashi, S., Sugawara, C., Sakai, S., Horie, K., Hasegawa, M., Kawaide, H., Mitsunashi, W., Nojiri, H., Yamane, H., Kurata, N., Okada, K. ve Toyomasu, T. 2016. Evolutionary trajectory of phytoalexin biosynthetic gene clusters in rice. *The Plant Journal*, 87, 293-304.
- Mohamadi, N. and Rajaie, P. 2009. Effects of aqueous eucalyptus (*E. camadulensis Labill*) extracts on Seed germination, seedling growth and physiological responses of *Phaseolus vulgaris* and *Sorghum bicolor*. *Asian J Plant Sci*, 4, 1292-1296.

- Molisch, H. 1937. Der Einfluss einer pflanze auf die andere. Allelopathy. Gustav Fischer Verlag, Jena, 106.
- Moolsri, S., P. Kow-in, W. Chaitep, B. Courtois. and M. Mortimer. 1999. Rice±weed competitiveness. Proc. 17th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf. Bangkok, 721-726.
- Mubarak, B. and Hussain, F. 1978. Biochemical inhibition exhibited by *Datura innoxia* seeds. *Pakist. J. Botany*, 10, 149-156.
- Mudjisihono, R., Santosa, T. and Hendrata, R. 2002. Report of assesment on Rojolele rice variety in Klaten Researh agency for Agriculture Technology. Yogyakarta, Indonesia.
- Muller, C. H. 1969. Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetatio*, 18(1-6) 348-357.
- Murashige, T. and Skoog, F. 1962. A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Physiologia Plantarum*, 15, 473-497.
- Muscolo, A., Sidari, M., Santonoceto, C. and Santis, C. 2004. Kikuyu grass: effects of salinity and asitivity on growth, biochemistry and root morphology. *Recent Res Develop Agron Hort*, 1, 89-101.
- Naranjo, L., Talón, M. and Domingo, C. 2014. Diversity of floral regulatory genes of *japonica* rice cultivated at northern latitudes. *BMC Genomics*, 15, 101.
- Navarez, D. and M. Olofsdotter. 1996. Relay seeding technique for screening allelopathic rice (*Oryza sativa*). Proc. 2nd Int. Weed Control Congr. Copenhagen, 1285-1290.
- Naylor, R. 1996. Herbicide use in Asian rice production. Perspectives from economics, ecology, and the agricultural sciences. In: R. Naylor (ed.), *Herbicides in Asian Rice Transitions in Weed Management*, 3-26. Institute for International Studies, Stanford Univ., and IRRI, Palo Alto and Manila
- Neill, S. J., Desikan, R., Clarke, A., Hurst, R. D. and Hancock, J. T. 2002. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signalling molecules in plants. *J Exp Bot*, 53, 1237-1247.
- Nozaki, H., Hayashi, K. I., Nishimura, N., Kawaide, H., Matsuo, A. and Takaoka, D. 2007. Momilactone A and B as allelochemicals from moss *Hypnum plumaeforme*: first occurrence in bryophytes. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 71(12), 3127-3130.
- Nurhati, I., Ramdhaniati, S. dan Zuraida, N. 2008. Peranan dan Dominasi Varietas Unggul Baru dalam Peningkatan Produksi Padi di Jawa Barat. *Buletin Plasma Nutfah*, 14(1).

- Okada, K., Kawaide, H., Miyamoto, K., Miyazaki, S., Kainuma, R., Kimura, H., Fujiwara, K., Natsume, M., Nojiri, H., Nakajima, M., Yamane, H., Hatano, Y., Nozaki, H. and Hayashi, K. I. 2016. HpDTC1, a stress-inducible bifunctional diterpene cyclase involved in momilactone biosynthesis, functions in chemical defence in the moss *Hypnum plumaeforme*. Scientific Reports, 6, 25316.
- Olofsdotter, M. and D. Navarez. 1996. Allelopathic rice in *Echinochloa crus-galli* control. Proc. 2nd Int. Weed Control Congr. Copenhagen, 1175-1182.
- Olofsdotter, M., D. Navarez. and K. Moody. 1995. Allelopathic potential in rice (*Oryza sativa* L.) germplasm. Ann. Appl. Biol, 127, 543-560.
- Olofsdotter, M., D. Navarez, M. Rebulanan. and J. C. Streibig. 1999. Weed-suppressing rice cultivars - does allelopathy play a role? Weed Res, 39, 441-454.
- Olofsdotter, M., Jensen, L. B. and Courtois, B. 2002. Improving crop competitive ability using allelopathy-an example from rice. Plant Breeding, 121(1), 1-9.
- Olofsdotter, M., Navarez, D. C. and Moody, K. 1995. Allelopathic potential in rice (*Oryza sativa* L.) germplasm. Annals of Applied Biology, 127, 543±560.
- Olofsdotter, M., Rebulanan, M., Madrid, A., Dali, W., Navarez, D. and Olk, D. C. 2002. Why phenolic acids are unlikely primary allelochemicals in rice. J. Chem. Ecol, 28, 229-242.
- Otomo, K., Kanno, Y., Motegi, A., Kenmoku, H., Yamane, H., Mitsuhashi, W., Oikawa, H., Toshima, H., Itoh, H., Matsuoka, M., Sassa, T. and Tomonobu, T. 2004. Diterpene cyclases responsible for the biosynthesis of phytoalexins, momilactones A, B, and oryzalexins A–F in rice. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 68, 2001-2006.
- Özgenç, N. ve Erdoğan, F. C. 1988. DSİ Sulamalarında Bitki Su Tüketimleri ve Sulama Suyu İhtiyaçları. DSİ Basım ve Foto-Film İşletme Müdürlüğü Matbaası, Ankara, 88-91.
- Pande, P. C., P. K. Dubish. and D. K. Jain. 1980. Effects of extracts of *Argemone mexicana* Linn. on seed germination and seedling growth of *Abelmoschus esculentus* Ser. Bangl. J. Bot, 9, 67-71.
- Perez-Harguindeguy, N., Diaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M. and Gurvich, D. E. 2016. Corrigendum to: new handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide, Australian Journal of Botany, 64(8), 715-716.
- Peşkircioğlu, M., Torunlar, H., Sırlı, B. A., Özaydın, K., Mermer, A., Şahin, M. ve Kodal S. 2013. Türkiye’de Çeltik (*Oryza sativa* L.) Yetiştirmeye Uygun Potansiyel Alanların Coğrafi Bilgi Sistem Teknikleri İle Belirlenmesi. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi, 22(1), 20-25.

- Picman, J. and Picman, A. K. 1984. Autotoxicity in *Parthenium hysterophorus* and its possible role in control of germination. *Biochem. System. Ecol*, 12, 287-292.
- Porteres, R. 1970. Primary cradles of agriculture in the African continent. In: Fage JD, Olivier RA, eds. *Papers in African prehistory*. Cambridge University Press, 43-58, Cambridge, United Kingdom.
- Pramanik, M. H. R., Nagai, M., Asao, T. and Matsui, Y. 2000. Effects of temperature and photoperiod on phytotoxic root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) in Hydroponic culture. *J Chem Ecol*, 26, 1953-1967.
- Priyadarshan, P. M. 2019. *Plant Breeding: Classical to Modern*. 978-981. Springer Nature Singapore Pte Ltd. Beach Road, #21-01/04 Gateway East, Singapore 189721, Singapore.
- Pujiasmanto, B. 2015. *Perkuat Ketahanan Pangan Nasional Kita*. Surakarta.
- Putnam, A. R. 1985. Allelopathic research in agriculture: Past highlights and potential. Pages 1-8 in A. C. Thompson, ed. *The chemistry of allelopathy*. ACS Symposium Series. American Chemical Society, Washington, DC.
- Putnam, A. R. and W. B. Duke. 1974. Biological suppression of weeds evidence for allelopathy in accessions of cucumber. *Science*, 185, 370-371.
- Putnam, A. R., J. DeFrank. and J. P. Barnes. 1983. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. *J. Chem. Ecol*, 9, 1001-1010.
- Rafal, M. G., Simon, C. G., Emily, S. B., Jae, Y. C., Inês, S. P., R. Kyle, B., Emma, R. S., Olivia, W., Cristina, C. C., Sónia, N., M. Margarida, O., D. Q. Fuller, Jade A. d'Alpoim, G., Jesse, R. L. and Michael, D. P. 2019. Genomic history and ecology of the geographic spread of rice. *Nature Plants*. Doi: 10.1038/s41477-020-0659-6.
- Ranasinghe, L. L. and G. D. Crabtree. 1999. Plant characteristics associated with rice (*Oryza sativa* L.)±barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* L. Beauv.) competition. *Proc. 17th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf.*, Bangkok, IA, 99-104.
- Rimando, A. M., Olofsdotter, M., Dayan, F. E. and Duke, S. O. 2001. Searching for rice allelochemicals: An example of bioassay-guided isolation. *Agron J*, 93(1), 16-20.
- Ruan, S., Xue, Q. and Tylkowska, K. 2002. The influence of priming on germination of rice (*Oryza sativa* L.) seeds and seedling emergence and performance in flooded soil. *Seed Science and Technology*, 30, 61-67.
- Ruan, X., Li, Z. H., Wang, Q., Pan, C. D., Jiang, D. A. and Wang, G. G. 2011. Autotoxicity and Allelopathy of 3,4-Dihydroxyacetophenone Isolated from *Picea schrenkiana* Needles. *Molecules*, 16, 8874-8893. Doi: 10.3390/molecules16108874.

- Sairam, R. K., Rao, K. V. and Srivastava, G. 2002. Differential response of wheat genotypes to long term salinity stress in relation to oxidative stress, antioxidant activity and osmolyte concentration, *Plant Science*, 163, 1037-1046.
- Sanchez, M., Pena, M. J., Revilla, G. and Zarra, I. 1996. Changes in dehydrodiferulic acids and peroxidase activity against ferulic acid associated with cell walls during growth of *Pinus pinaster* hypocotyl, *Plant Physiol*, 111, 941-946.
- Saxena, A., Prasad, V., Singh, I. B., Chauhan, M. S. and Hassan, R. 2006. On the Holocene record of phytoliths of wild and cultivated rice from Ganga Plain: evidence for rice-based agriculture. *Curr Sci*, 90(11), 1547-1552.
- Saxena, M., Saxena, J., Nema, R., Singh, D. and Gupta, A. 2013. Phytochemistry of medicinal plants. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, 1(6), 168-182.
- Schandry, N. and Becker, C. 2019. Allelopathic plants: models for studying plant-interkingdom interactions. *Trends in Plant Science*, 25(2), 176-185.
- Seal, A. N., Haig, T. and Pratley, J. E. 2004a. Evaluation of putative allelochemicals in rice root exudates for their role in the suppression of arrowhead root growth. *J Chem Ecol*, 30, 1663-1678.
- Seal, A. N., Pratley, J. E., Haig, T. and An, M. 2004b. Identification and quantitation of compounds in a series of allelopathic and non-allelopathic rice root exudates. *J Chem Ecol*, 30(8), 1647-62.
- Second, G. 1982. Origin of the genic diversity of cultivated rice (*Oryza* spp.): study of the polymorphism scored at 40 isozyme loci. *Japanese Journal of Genetics*, 57, 25-57.
- Semon, M., Nielsen, R., Jones, M. P. and McCouch S. R. 2005. The population structure of African cultivated rice *oryza glaberrima* (Steud.): evidence for elevated levels of linkage disequilibrium caused by admixture with *O. sativa* and ecological adaptation. *Genetics*, 169(3), 1639-47. Doi: 10.1534/genetics.104.033175.
- Serra, N. S., Shanmuganathan, R. and Becker, C. 2021. Allelopathy in rice: a story of momilactones, kin recognition, and weed management. *Journal of Experimental Botany*, 72(11), 4022-4037. Doi:10.1093/jxb/erab084.
- Sheteawi, S. A. and Tawfik, K. M. 2007. Interaction. Effect of some biofertilizers and irrigation water regime on mung bean (*Vigna radiata*) growth and yield. *J. Applied Sci. Res*, 3, 251-262.
- Silva, F., Stevens, C. J., Weisskopf, A., Castillo, C., Qin, L., Bevan, A. and Fuller, D. Q. 2015. Modelling the geographical origin of rice cultivation in Asia using the rice archaeological database. *PLOS ONE*, 10(9), e0137024.
- Simatupang, P. and Timmer, C. P. 2008. Indonesian Rice Production: Policies and Realities. *Bull. Indonesia, Econ. Stud*, 44, 65-79.

- Sinay, Y., Kalay, A. M. dan Habi, M. L. 2022. Penggunaan *Trichoderma harzianum* untuk mengendalikan Jamur Patogen Terbawah Benih Padi (*Oryza sativa* L.) dari Penangkar di Kecamatan Waeapo Kabupaten Buru. *Agrologia*, 11(1), 34-44.
- Sismanto, Y. 2022. Management of Diversity of local Rice and Organic Agriculture for Strengthening Indonesia's Food Security. Center for the Study and Development of Indonesian Rice. Puspaindo, Indonesia.
- Snedecor, G. W. and Cochran, W. G. 1967. Statistical methods. 6th Edition, Ames, Iowa, the Iowa state University.
- Snow, B. E., Shutler, R., Nelson, D. E., Vogel, J. S. and Southon, J. R. 1986. Evidence Of Early Rice Cultivation In The Philippines. *Philippine Quarterly of Culture and Society*, 14(1), 3-11. <http://www.jstor.org/stable/29791874>.
- Song, B., Xiong, J., Fang, C., Qiu, L., Lin, R., Liang, Y. and Lin W. 2008. Allelopathic enhancement and differential gene expression in rice under low nitrogen treatment. *Journal of Chemical Ecology*, 34, 688-695.
- Statistic Indonesian. 2017. Year Book of Statistic Indonesia 2017. Badan Pusat Statistik.
- Su, P., Liu, X., Wang, R., Liu, T., Zhao, W., Sun, M., Wang, H., Liu, Y. and Qiang, W. 2022. Autotoxicity of *Ambrosia artemisiifolia* and *Ambrosia trifida* and its significance for the regulation of intra-species populations density. Doi: 10.21203/rs.3.rs-1473521/v1.
- Subudhi, P.K., Sasaki, T. and Khush, G. S. 2006. Rice. In *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, Volume 1 Cereals and Millets*; Kole, C. Springer, Berlin/Heidelberg, Germany.
- Sun, Z. K. and He, W. M. 2019. Autotoxicity of root exudates varies with species identity and soil phosphorus. *Ecotoxicology*, 28, 429-434. Doi: 10.1007/s10646-019-02035-z.
- Sürek, H., Aydin, H., Çakir, R. and Karata, H. 1996. Rice Yield Under Sprinkler Irrigation. *International Rice Research (IRRI)*, 21, 2-3.
- Sweeney, M. T., Thomson, M. J., Cho, Y. G., Park, Y. J., Williamson, S. H., Bustamante, C. D. and Susan, R. McCouch. 2007. Global Dissemination of a Single Mutation Conferring White Pericarp in Rice. *PLoS Genet*, 3(8), e133. Doi.org/10.1371/journal.pgen.0030133.
- Tan, L., Li, X., Liu, F., Sun, X., Li, C., Zhu, Z., Yongcai, F., Hongwei, C., Xiangkun, W., Daoxin, X. and Chuanqing, S. 2008. Control of a key transition from prostrate to erect growth in rice domestication. *Nat Genet*, 40, 1360-1364.
- Tanrikulu, M. 2019. Tosya'da Çeltik Üretiminin Dünü, Bugünü ve Geleceği. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, 71, 229-250.

- Taşlıgil, N. ve Şahin, G. 2011. Türkiye'de Çeltik (*Oryza Sativa* L.) Yetiştiriciliği ve Coğrafi Dağılımı. Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(6), 182-203.
- Tewari, R., Srivastava, R. K., Saraswat, K. S., Singh, I. B. and Singh, K. K. 2008. Early farming at Lahuradewa. Pragdhara, 18, 347-373.
- Tewari, R., Srivastava, R. K., Singh, K. K., Saraswat, K. S., Singh, I. B., Chauhan, M. S., Pokharia, A. K., Saxena A., Prasad, V. and Sharma, M. 2006. Second preliminary report of the excavations at Lahuradewa District Sant Kabir Nagar, U.P: 2002-2003-2004 & 2005-06. Pragdhara, 16, 35-68.
- TÜİK. 2019. Son Erişim: 18.08.2022, Link: <http://www.data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Crop-Production-1st-Estimation-2022-45502>.
- Türkoğlu, N. 1999. Türkiye'de çeltik alanlarının dağılışı. Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 7, 209-240.
- USDA. 2022. Natural Resources Conservation Service, Son Erişim: 16.08.2022, Link: <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=display&classid=Poa-ceae>.
- Uzundumlu, A. S., Tozlu, G. and Gedikli, O. 2014. Çeltik Üretiminde Kimyasal İlaç Kullanımını Etkileyen Faktörlerin Analizi: Samsun ili örneği. Tarım Ekonomisi Dergisi, 20 (1 ve 2), 79-88.
- Vaughan, D. A., Morishimay, H. and Kadowaki, K. 2003. Diversity in the *Oryza* genus. Current Opinion in Plant Biology, 6, 139-146.
- Vulić, J., Bibovski, K., Šregelj, V., Kovačević, S., Karadžić Banjac, M., Canadanović-Brunet, J., Cetković, G., Cetojević-Simin, D., Tumbas Šaponjac, V. and Podunavac Kuzmanović, S. 2022. Chemical and Biological Properties of Peach Pomace Encapsulates: Chemometric Modeling. Processes, 10, 642. Doi: 10.3390/pr10040642.
- Wang, F. and Wang, J. G. 2005. Study on autotoxic effects of aqueous extracts from eggplant residues. Chin J Econ Agric, 13, 51-53.
- Wang, J., Zhang, Z., Wu, J., Han, X., Pruski, G. W. and Zhang Z. 2020. Genome-wide identification, characterization, and expression analysis related to autotoxicity of the GST gene family in *Cucumis melo* L. Plant Physiology and Biochemistry, 155, 59-6. Doi: 10.1016/j.plaphy.2020.06.046.
- Wato, T. 2020. The Role of Allelopathy in Pest Management and Crop Production – A Review. Food Science and Quality Management, 93, 13. Doi: 10.7176/FSQM/93-02.

- Weidenhamer, J. D., T. C. Morton. and J. T. Romeo. 1987. Solution volume and seed number often overlooked factors in allelopathic bioassay. *J. Chem. Ecol*, 13, 1481-1491.
- Weir, T. L., Park, S. W. and Vivanco, J. M. 2004. Biochemical and physiological mechanisms mediated by Allelochemicals. *Curr. Opin. Plant. Biol*, 7, 472-479.
- Whitehead, D. C. 1964. Identification of p-hydroxybenzoic, vanillic, p-coumaric and ferulic acids in soils. *Nature*, 202, 417-418.
- Whitehead, J., Wittemann, M. and Cronberg, N. 2018. Allelopathy in bryophytes-a review. *Lindbergia*, 41(1).
- Won, O. J., Uddin, M. R., Park, K. W., Pyon, J. Y. and Park, S. U. 2013. Phenolic compounds in sorghum leaf extracts and their effects on weed control. *Allelopathy Journal*, 31(1). Article ID 147.
- Wu, B., Long, Q., Gao, Y., Wang, Z., Shao, T., Liu, Y., Li, Y. and Ding, W. 2015. Comprehensive characterization of a time-course transcriptional response induced by autotoxins in *Panax ginseng*, using RNA-Seq. *BMC Genomics*, 16,1010.
- Wu, M. M. H., Liu, C. L., Chao, C. C., Shieh, S. W. and Lin M. S. 1976. Microbiological and biochemical studies on the causes of low yield in the second crop of rice. *J. Agric. Assoc. China, New Series*, 96(16), 16-37.
- Xiao, X., Chen, Y. X., Liang, X. Q., Lou, L. P. and Tang, X. J. 2010. Effects of Tibetan hulless barley on bloom-forming cyanobacterium (*Microcystis aeruginosa*) measured by different physiological and morphologic parameters. *Chemosphere*, 81 (9), 1118-1123.
- Xin, A., Li, X., Jin, H., Yang, X., Zhao, R., Liu, J. and Qin, B. 2019. The accumulation of reactive oxygen species in root tips caused by autotoxic allelochemicals – A significant factor for replant problem of *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels. *Industrial Crops and Products*, 138, 111432. Doi: 10.1016/j.indcrop.2019.05.081.
- Xuan, T. D., Minh, T. N. and Khanh, T. D. 2016. Allelopathic momilactones A and B are implied in rice drought and salinity tolerance, not weed resistance. *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 52.
- Yang, C. M., Lee, C. N. and Chou, C. H. 2002. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: I. Inhibition of supply-orientation. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 43, 299-304.
- Yang, L. T., Mickelson, S., See, D., Blake, T. K. and Fischer, A. M. 2004. Genetic analysis of the function of major leaf proteases in barley (*Hordeum vulgare* L.) nitrogen remobilization. *J Exp Bot*, 55, 2607-2616.

- Yang, C. M., Chang, I. F., Lin, S. J. and Chou, C. H. 2004a. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings II. Stimulation of Consumption-orientation. Bot Bull Acad Sinica, 45, 119-125.
- Yang, C. M., Lee, C. N. and Chou, C. H. 2004b. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedling. Botanical Bulletin-Academia Sinica Taipei, 45(2), 119-125.
- Yang, C., Liu, S., Zhou, S., Wu, H., Yu, J. and Xia, C. 2011. Allelochemical ethyl 2-methyl acetoacetate (EMA) induces oxidative damage and antioxidant responses in *Phaeodactylum tricornutum*. Pestic. Biochem. Physiol, 100, 93-103.
- Yang, X. F. and Kong, C. H. 2017. Interference of allelopathic rice with paddy weeds at the root level. Plant Biology, 19, 584-591.
- Yang, X. F., Li, L. L., Xu, Y. and Kong, C. H. 2018. Kin recognition in rice (*Oryza sativa*) lines. New Phytologist, 220, 567-578.
- Yang, P., Nawaz, A. M., Li, F., Bai, L. and Li, J. 2019. Brassinosteroids Regulate Antioxidant System and Protect Chloroplast Ultrastructure of Autotoxicity-Stressed Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Seedlings. Agronomy, 9, 265. Doi: 10.3390/agronomy9050265.
- Yingzhe, Li., Lining, Xu., Letuma, P. and Lin, W. 2020. Metabolite profiling of rhizosphere soil of different allelopathic potential rice accessions. BMC Plant Biology, 20, 265. Doi: 10.1186/s12870-020-02465-6.
- You, X., Cheng, H. F., Kong, C. H. and Meiners, S. J. 2021. Intra-specific kin recognition contributes to inter-specific allelopathy: A case study of allelopathic rice interference with paddy weeds. Plant Cell Environ, 44(12), 3479-3491. Doi: 10.1111/pce.14083.
- Zambi, H. 2019. Farklı Nacl Konsantrasyonlarının Bazı Bezelye (*Pisum sativum*) Çeşit ve Genotiplerinin Bitki Gelişimine Etkisi, Ordu Üniversitesi, Ordu.
- Zhang, Z., Zhang, Z., Han, X., Wu, J., Zhang, L., Wang, J. and Pruski, G. W. 2020. Specific response mechanism to autotoxicity in melon (*Cucumis melo* L.) root revealed by physiological analyses combined with transcriptome profiling. Ecotoxicology and Environmental Safety, 200, 110779.