

Rizobakteriyel İnokülasyon ve IBA'nın Bazı Süs Bitkileri Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Etkilerin Belirlenmesi

Şeyma BATUR^{1*}, Arzu ÇİĞ²

¹Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bolu; ORCID: 0009-0003-2214-710X

²Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt; ORCID: 0000-0002-2142-5986

Gönderilme Tarihi: 30 Eylül 2024

Kabul Tarihi: 30 Aralık 2024

ÖZ

Bu çalışmada, dış mekân süs bitkileri grubunda yer alan ve ekonomik öneme sahip *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' DC. (kırmızı yapraklı kadıntuzluğu), *Nerium oleander* L. (zakkum), *Forsythia × intermedia* Zabel (altınçanak) *Lonicera japonica* Thunb. (hanımeli) ve *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. (Amerikan sarmaşığı) bitkilerine ait çeliklerin köklenme başarılarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle bu bitki türlerinden alınan çeliklere Bitki Büyümeyi Teşvik Edici Rizobakteri (PGPR) olan *Brevibacterium frigoritolerans* (KF58B) ve *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) bakteri ırkları inoküle edilmiş ve ayrıca 1000 ppm konsantrasyonunda IBA uygulanmıştır. Uygulamaların ve türlerin interaksyonu birlikte ele alındığında bunların kök sayısı, kök uzunluğu, kök genişliği ve kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistik olarak $p<0,05$; kök kuru ağırlığı üzerine ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Çalışmanın sonunda en yüksek değerler kök sayısında IBA × *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' uygulamasında (15,53 adet); kök uzunluğunda KF58B × *Parthenocissus quinquefolia* uygulamasında (12,45 mm); kök genişliğinde Kontrol × *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' (1,99 mm); kök yaş ve kuru ağırlıklarında KF58B × *Parthenocissus quinquefolia* uygulamasında (sırasıyla 0,71 g ve 0,16 g) olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: IBA, köklenme, PGPR, süs bitkileri

Determination of the Effects of Bacterial Inoculations and IBA on Rooting of Some Ornamental Plant Cuttings

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the rooting success of cuttings of *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' DC. (Japanese barberry), *Nerium oleander* L. (oleander), *Forsythia × intermedia* Zabel (border forsythia), *Lonicera japonica* Thunb. (Japanese honeysuckle) and *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch. (Virginia creeper) plants, which are in the group of outdoor ornamental plants and have economic importance. Therefore, the cuttings taken from these plant species were inoculated with Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) strains *Brevibacterium frigoritolerans* (KF58B) and *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) and also IBA was applied at a concentration of 1000 ppm. When the interactions of the treatments and species were considered together, their effects on root number, root length, root width and root fresh weight were found to be statistically significant at $p<0.05$; and on root dry weight at $p<0.01$. At the end of the study, the highest values were determined as root number in IBA × *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' treatment (15.53 pieces); root length in KF58B × *Parthenocissus quinquefolia* treatment (12.45 mm); root width in Control × *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea' (1.99 mm); and root fresh and dry weights in KF58B × *Parthenocissus quinquefolia* treatment (0.71 g and 0.16 g, respectively).

Keywords: IBA, rooting, PGPR, ornamental plants

GİRİŞ

Süs bitkileri kullanım amaçlarına göre kesme çiçekler, dış mekân süs bitkileri, iç mekân süs bitkileri ve geofitler olmak üzere dört ana grupta incelenmektedir. Dış mekân süs bitkileri, çevre düzenlemesinde kullanılan önemli bir alt grup olup, estetik katkı sağlamakla birlikte kültürel, sosyal, çevresel ve turizm açısından da büyük bir değer taşımaktadır. Ancak, bu bitkiler bazı bölgelerde kolaylıkla adaptasyon sağlarken, bazı bölgelerde

zorluklar yaşanabilmektedir [1]. Bitki üretiminde bölgeye uygun türlerin seçilmemesi, üretim sürecinde emek kaybı ile sonuçlanabilmektedir. Yetiştirilecek dış mekân bitkilerinin seçiminde bölgenin ihtiyaçları ön planda olmalıdır. Ayrıca, arz ve talep dengesi göz önünde bulundurularak bitki çeşitleri ve miktarları belirlenmelidir. Türkiye'deki süs bitkisi üreticileri, kendileri için önemli gördükleri bitkilere ve yetiştirme yöntemlerine odaklanarak daha başarılı sonuçlar elde etmektedirler [2]. Yerel yönetimlerin peyzaj çalışmalarına verdikleri önem ve insanların

*Sorumlu yazar / Corresponding author: seyma.batur@ibu.edu.tr

doğayla iç içe yaşama isteği, büyük şehirlerde müstakil evlerin sayısının artmasına ve çevresel yeşil alanların düzenlenmesinde süs bitkilerine olan talebin yükselmesine yol açmaktadır [3].

Peyzaj planlamasında dış mekân süs bitkileri önemli bileşenleridir. Çalı formundaki bitkiler ise çevre düzenlemesinde tamamlayıcı bir rol üstlenmektedir. Özellikle daha küçük ölçekli çevre düzenlemelerinde çalıların önemi belirgin şekilde artmaktadır. Küçük parklar, bahçeler, teras katları ve bina boşlukları gibi alanlarda, sağladıkları peyzaj etkileri nedeniyle sıklıkla tercih edilmektedirler. Sarılıcı ve tırmanıcı bitkiler ise kapatılmasının görünmemesinin istendiği alanlarda, gölge yapmak amacıyla pergola, çardak vb. oturma mekânlarına sardırılmak suretiyle tercih edilirler. Bu türlü bitkiler küçük formlu ve grup olarak kullanılma özelliklerinden dolayı hemen hemen her alanda tercih edilmektedirler. Bu bitkiler tohumla veya vejetatif çoğaltma yöntemleri ile çoğaltılır. Ancak tohumla (vejetatif) üretimde tohumların açılması ve üretimin uzun sürmesi sebebi ile vejetatif üretim kollarından biri olan çelikle üretim daha çok hatta en çok tercih edilen çoğaltma yöntemidir.

Üretimi hızlandırmak ve başarı elde etmek için ise çelikler dikilirken dip kısımlarına bitki büyüme düzenleyicileri uygulanmaktadır. *Phlomis chimerae* [4]; manolya (*Magnolia soulangeana*), erguvan (*Cercis siliquastrum*), söğüt yapraklı ispir (*Spiraea salicifolia*), Japon ayvası (*Chaenomeles japonica*), filbahri (*Philadelphus coronarius*), oya ağacı (*Lagerstroemia indica*) ve gülhatmi (*Alcea rosea*) [5]; erguvan [6]; söğüt (*Salix* sp.) [7]; Japon ayvası [8]; leylak (*Syringa vulgaris*) [9]; biberiye (*Rosmarinus officinalis*), kadıntuzluğu (*Berberis thunbergii*) ve lavanta (*Lavandula angustifolia*) [10]; kuşburnu (*Rosa canina*) [11]; gül (*Rosa* spp.) [12] bitkilerinden alınan çeliklerde IBA hormonunun bitki türü ve konsantrasyonlarına göre değişmekle beraber köklendirmede başarılı olduğu söylenmektedir. Bunun yanında son zamanlarda biyolojik gübrelemede kullanılan ve bitki gelişimine etki eden yararlı mikroorganizmalardan bakteriler de aynı amaç için kullanılmaktadır. Bitki büyüme düzenleyicileri uygulamaların süs bitkilerinin büyüme parametreleri üzerindeki etkileri, özellikle kök, sürgün ve yumru oluşumunu teşvik edici etkileri ortaya çıkmıştır [13, 14, 15].

Bu çalışmada, dış mekân süs bitkileri grubunda yer alan, çevre düzenleme çalışmalarında en çok kullanılan ve ekonomik öneme sahip *Berberis thunbergii* ‘Atropurpurea’ (kırmızı yapraklı kadıntuzluğu), *Nerium oleander* (zakkum), *Forsythia intermedia* (altınçanak) *Lonicera japonica* (hanımeli) ve *Parthenocissus quinquefolia* (Amerikan

sarmaşığı) bitki türlerine ait çeliklerin köklenmesi üzerine Bitki Büyüme Teşvik Edici Bakteri (PGPR) olan *Brevibacterium frigoritolerans* (KF58B) ve *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) bakterisi ırkları 1000 ppm konsantrasyonunda IBA hormonunun yaptığı etkileri belirlemektir.

MATERYAL VE METOT

Materyal

•*Bitkisel Materyal*: Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi içinde yetiştirilen çalılarından; *Berberis thunbergii* ‘Atropurpurea’ (kırmızı yapraklı kadın tuzluğu), *Nerium oleander* (zakkum), *Forsythia × intermedia* (altınçanak) *Lonicera japonica* (hanımeli) ve *Parthenocissus quinquefolia* (Amerikan sarmaşığı) türlerinden sağlıklı ve düzgün formda olanları anaç olarak belirlenerek her birinden çelikler alınmıştır.

•*İndol-3-Bütirik Asit (IBA)*: 1000 ppm konsantrasyonunda çeliklerin köklenmesi ve gelişmeleri için kullanılmıştır.

•*Bakteri İzolatları*: Kullanılan bakteri izolatları *Brevibacterium frigoritolerans* (KF58B) ve *Paenibacillus xylanilyticus* (KF63C) bakterisi suşlarıdır. Bakteri ırkının özellikleri Çizelge 1’de gösterilmiştir.

Kullanılan bakteriler Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü’nden temin edilmiştir. Bakteriyel izolatlar Türkiye’de TOVAG 108O147 TÜBİTAK projesi kapsamında Siirt ili rizosferlerinden elde edilen ve daha önce MIS sistemi ile teşhis edilmiştir. Bu bakteri suşları azot fiksasyonu, fosfat çözücü, ACC deaminaz ve siderofor üretimi üzerindeki güçlü veya zayıf etkilerine göre seçilmiştir.

Çizelge 1. Araştırmada kullanılan bakteri suşları

Bakteri Kodu	Azot bağlama	Fosfat çözme	ACC deaminaz	Siderofor üretimi
KF58B <i>Brevibacterium frigoritolerans</i>	+	Z ⁺	+++	++
KF63C <i>Paenibacillus xylanilyticus</i>	+	++	++	+

Metot

Çalışma Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Laboratuvarı’nda tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her tekerrürde 10 adet çelik kullanılmıştır.

Çelikler büyük plastik kasalar içine dikilerek her uygulamaya eşit miktarda elle sulama yapılmıştır. Dikim harcı için steril edilmiş perlit kullanılmıştır.

•*Bakteri Çoğaltma İçin Katı Besi Ortamı Hazırlama*: Bakterilerin çoğaltılması için katı besi yeri olarak nutrient agar (Merck-VM71680604)

kullanılmıştır. Bir litre saf suya 20 gram nutrient agar eklenerek pH değeri 7.0'a ayarlanmış ve karışım, otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Sterilizasyon işleminin ardından, besi yerleri 50°C'ye kadar soğutulduktan sonra petri kaplarına aktarılmış ve katılaşmaları için beklenilmiştir. Bakterilerin stok kültürleri, öze yardımıyla nutrient agar besi yerine eklenmiş ve 26±2°C'de 24 saat inkübe edilmiştir.

•**Bakteri Çoğaltma İçin Sıvı Besi Ortamı Hazırlama:** Sıvı besi yeri olarak nutrient broth (Merck-VM775843711) tercih edilmiştir. Bir litre saf suya 8 gram nutrient broth eklenerek pH değeri 7.0'a ayarlanmış ve karışım, otoklavda 121°C'de 15 dakika sterilize edilmiştir. Sterilizasyonun ardından karışım soğumaya bırakılmıştır. Nutrient agar besi yerinde gelişen bakterilerden tek koloni, aseptik koşullar altında nutrient broth besi yerine aktarılmıştır. Sıvı besi yerine eklenen bakteriler, 26±2°C'de 24 saat süreyle ve 120 rpm hızda yatay çalkalayıcıda inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında bakteri konsantrasyonları turbidimetrik olarak yaklaşık 3×10^8 cfu/ml seviyesine ayarlanmıştır.

•**Çeliklerin Hazırlanması:** Çelikler söz konusu sağlıklı bitki türlerinin 1-2 yıllık sürgünlerinden alınmıştır. En az 3 göz bulunduracak şekilde ve 30 cm uzunluğunda alınan çelikler hemen aynı gün içinde dikime hazırlanmıştır. Kallus oluşumunu sağlamak için çeliklerin dip kısımlarında 0,5 cm uzunluğunda kabuk kaldırılarak yara dokusu açılmıştır.

•**Dikim Harcı (Perlit) Sterilizasyonu:** Plastik kasalarda dikim harcı olarak kullanılan perlitler otoklavda 121°C'de 1.2 MPa'da 1 saat steril edilmiştir. Daha sonra soğumaya bırakılan perlitler kasalara eşit miktarda doldurulup dikime hazır hale getirilmiştir.

Uygulamalar

•**IBA Uygulaması:** 1000 ppm konsantrasyonunda hazırlanmış olup çeliklerin 1 cm'lik dip kısımlarına 5 saniye ile muamele edilmiştir.

•**Bakteriyel İnokülasyon:** Çeliklerin 1 cm'lik dip kısmı 1 saat bakteri solüsyonunda bekletilmiştir. İnoküle edilen çelikler dikildikten sonra hazırlanan bakteriyel solüsyon bitkilerin saksı harcına eşit miktarda (5 ml) şırınga ile kök boğazı kısmından verilmiştir.

•**Kontrol Bitkileri:** Aynı özellik ve homojenlikteki bitkiler hiçbir muamele görmeden dikilmiş olup sadece sulama yapılarak yetiştirilmiştir.

Analizler

Çalışma sonunda alınan çeliklerin köklenmeleri ile ilgili olarak aşağıdaki sayılan gözlem ve analizler yapılmıştır.

•**Köklenen Çeliklerde Kök Sayısı (adet):** Oluşan kökler sayılmıştır.

•**Kök Uzunluğu (mm):** Köklenen çeliklerdeki kökler dijital kumpas ile ölçülerek ortalama uzunluk hesaplanmıştır.

•**Kök Genişliği (mm):** Köklerin kalınlığı (çapı) dijital kumpas ile ölçülerek ortalama kalınlıkları hesaplanmıştır.

•**Kök Yaş Ağırlığı (g):** Çeliklerin kökleri çelikler dikim ortamından alındığında yaş iken ağırlıkları hassas tartıda alınıp ortalamaları hesaplanmıştır.

•**Kök Kuru Ağırlığı (g):** Çeliklerin kökleri laboratuvar koşullarında ve sonrasında 50°C'de kurutulduktan sonra hassas tartıda ağırlık ortalamaları belirlenmiştir.

İstatistiksel Değerlendirmeler

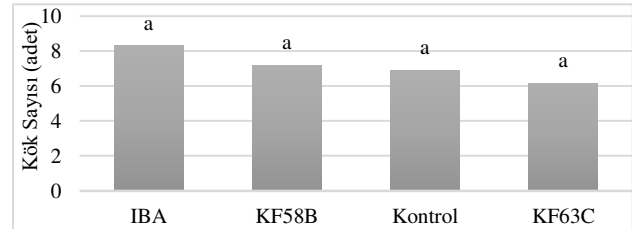
Çalışmadan elde edilen veriler R istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Ortalamaları karşılaştırmak için LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Testler $\alpha=0.05$ önem düzeyinde yapılmıştır [16].

BULGULAR VE TARTIŞMA

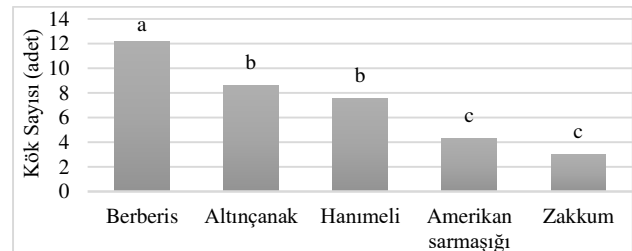
Köklenen Çeliklerde Kök Sayısı (adet)

Uygulamalar bazında bakıldığında bakteri ve IBA uygulamalarının kök sayısı üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Değerlere bakıldığında en yüksek değere sahip olan IBA (8,29 adet) olurken KF63C bakteri uygulaması (6,17 adet) ile en düşük değere sahip olmuştur (Şekil 1).

Bitki türleri bazında bakıldığında türlerin kök sayısı üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 12,20 adet ile *B.thunbergii* en yüksek değeri gösterirken 3,00 ile zakkum en düşük değere sahip olmuştur (Şekil 2).

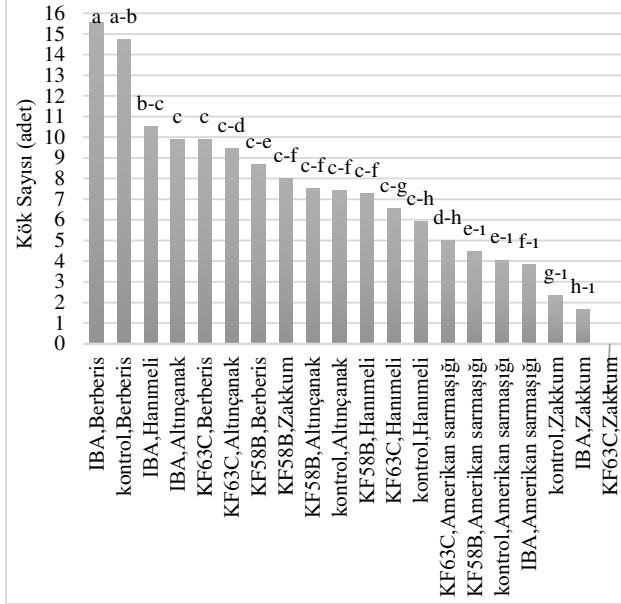


Şekil 1. Uygulamalar bazında kök sayısı (adet)



Şekil 2. Bitki türleri bazında kök sayısı (adet)

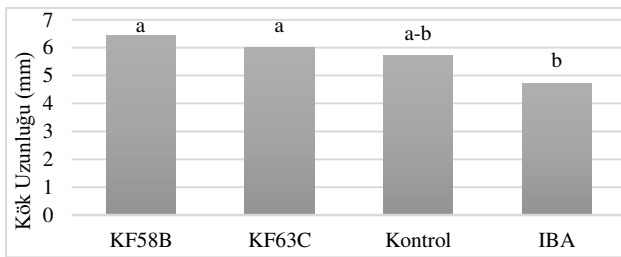
Uygulamaların ve türlerin interaksyonu birlikte ele alındığında bunların kök sayısı üzerine istatistik olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bu interaksyona göre en yüksek değer IBA × *B.thunbergii* (15,53 adet) iken, en düşük değer ise KF63C × zakkum (0,00 adet) uygulamalarında elde edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Uygulamalar ve türler interaksyonuna göre kök sayısı (adet)

Kök Uzunluğu (mm)

Uygulamalar bazında bakıldığında bakteri ve IBA'nın kök uzunluğu üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Şekil 4).

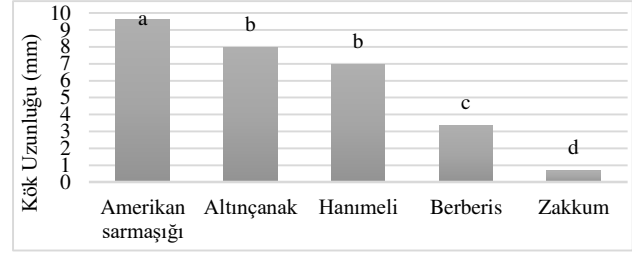


Şekil 4. Uygulamalara göre kök uzunluğu (mm)

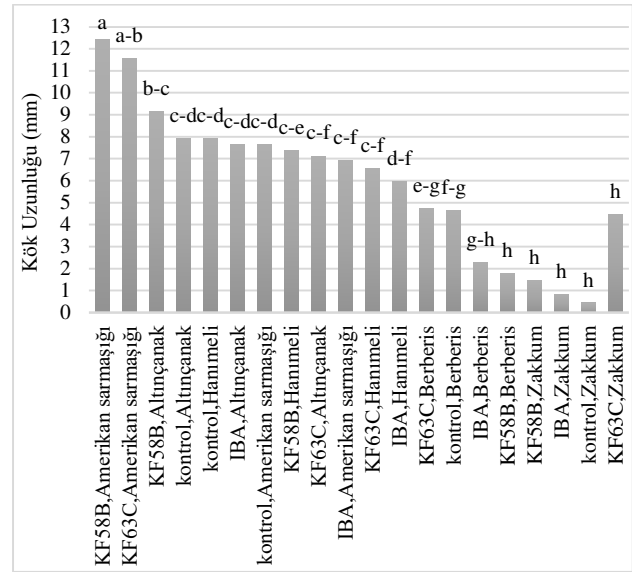
Bitki türleri bazında bakıldığında türlerin kök uzunluğu üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre en yüksek kök uzunluğu değeri Amerikan sarmaşığı bitkisinden (9,64 mm) elde edilirken en düşük değer zakkum (0,68 mm) bitkisinde bulunmuştur (Şekil 5).

Uygulamaların ve türlerin interaksyonu birlikte ele alındığında bunların kök uzunluğu üzerine istatistik olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre 12,45 mm KF58B×Amerikan Sarmaşığı en yüksek değeri

gösterirken 0,43 mm ile kontrol × zakkum ikilisi en düşük değeri göstermiştir (Şekil 6).



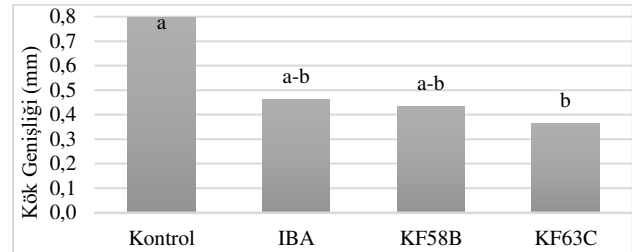
Şekil 5. Bitki türlerine göre kök uzunluğu (mm)



Şekil 6. Uygulamalar ve türler interaksyonuna göre kök uzunluğu (mm)

Kök Genişliği (mm)

Uygulamalar bazında bakıldığında uygulamaların kök genişliği üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre uygulamalarda en yüksek kök genişliği değeri 0,80 mm ile kontrol grubunda görülürken, en düşük değer 0,36 mm ile KF63C bakteri grubunda görülmüştür (Şekil 7).

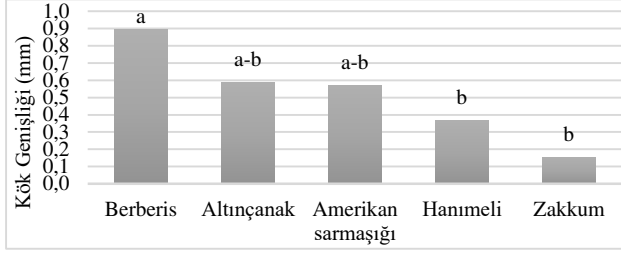


Şekil 7. Uygulamalara göre kök genişliği (mm)

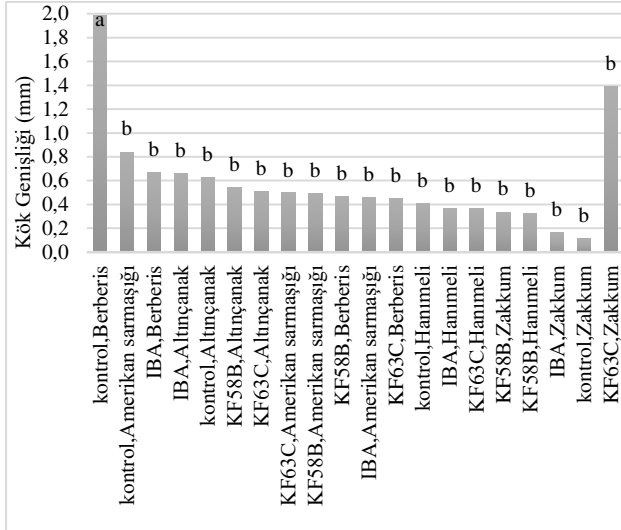
Bitki türleri bazında bakıldığında türlerin kök genişliği üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 0,15 mm ile zakkum türü en düşük değere sahipken 0,89 mm ile

B.thunbergii türü en yüksek değere sahip olmuştur (Şekil 8).

Uygulamaların ve türlerin interaksyonu birlikte ele alındığında bunların kök genişliği üzerine istatistik olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Buna göre 1,99 mm kontrol × *B.thunbergii* en yüksek değeri gösterirken 0,12 mm ile Kontrol × zakkum ikilisi en düşük değeri göstermiştir (Şekil 9).



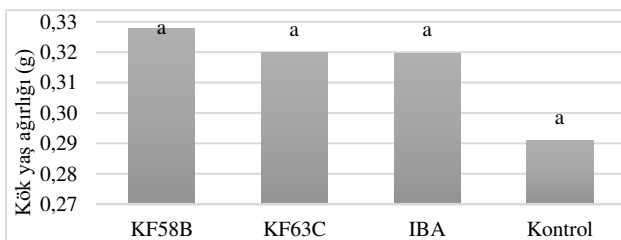
Şekil 8. Bitki türlerine göre kök genişliği (mm)



Şekil 9. Uygulamalar ve türler interaksyonuna göre kök genişliği (mm)

Kök Yaş Ağırlığı (g)

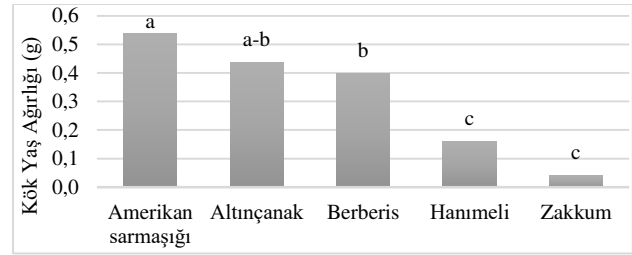
Uygulamalar bazında bakıldığında bakteri ve IBA uygulamalarının kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Sonuçlara bakıldığında değerlerin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. 0,30 g ile kontrol grubu en son sırada yer alırken 0,33 g ile KF58B bakteri grubu ilk sırada yer almıştır (Şekil 10).



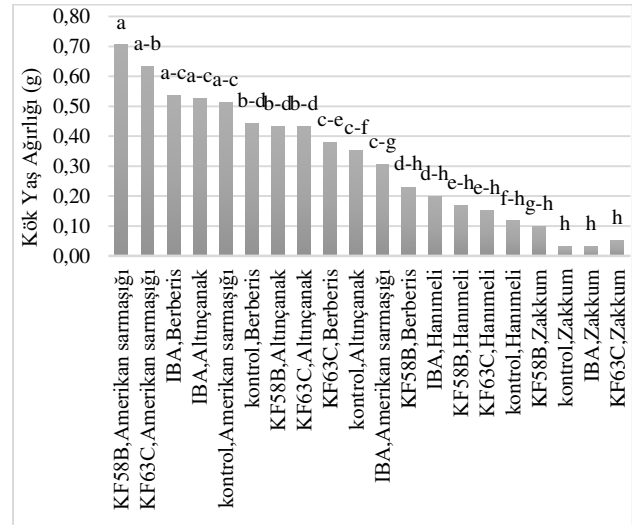
Şekil 10. Uygulamalara göre kök yaş ağırlığı (g)

Bitki türleri bazında bakıldığında türlerin kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 0,16 g ile hanımeli türü en düşük değere sahipken 0,54 g ile Amerikan Sarmaşığı türü en yüksek değere sahip olmuştur (Şekil 11).

Uygulamaların ve bitki türlerinin interaksyonu birlikte ele alındığında kök yaş ağırlığı üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İkili interaksiyonlarda en yüksek kök yaş ağırlığı KF58B × Amerikan Sarmaşığı (0,71 g) ikilisinden elde edilirken, en düşük değer IBA × zakkum ve kontrol × zakkum ikililerinde (0,03 g) tespit edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 11. Bitki türlerine göre kök yaş ağırlığı (g)



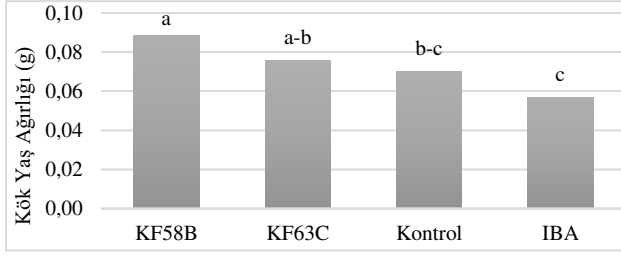
Şekil 12. Uygulamalar ve türler interaksyonuna göre kök yaş ağırlığı (g)

Kök Kuru Ağırlığı (g)

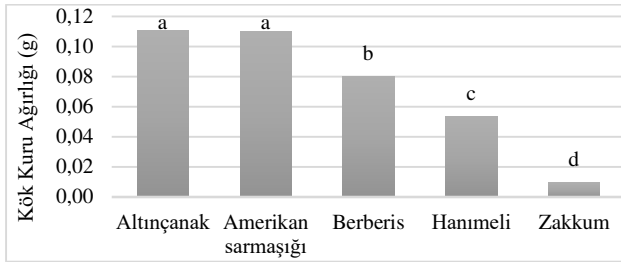
Uygulamalar bazında bakıldığında bakteri ve IBA uygulamalarının kök kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Sonuçlara bakıldığında değerlerin birbirine yakın olduğu gözlemlenmiştir. 0,06 g ile IBA grubu en son sırada yer alırken 0,09 g ile KF58B bakteri grubu ilk sırada yer almıştır (Şekil 13-a).

Bitki türleri bazında bakıldığında türlerin kök kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. 0,01 g ile zakkum türü en düşük değere sahipken 0,11 g ile Amerikan

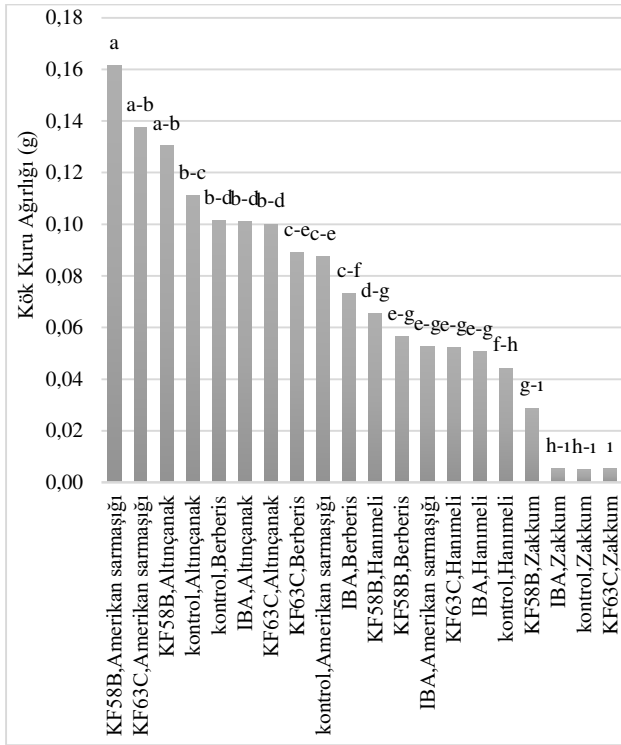
sarmaşığı ve altınçanak türleri en yüksek değere sahip olmuştur (Şekil 13-b).



Şekil 13-a. Uygulamalara göre kök kuru ağırlığı (g)



Şekil 13-b. Bitki türlerine göre kök kuru ağırlığı (g)



Şekil 14. Uygulamalar ve türler interaksiyonuna göre kök kuru ağırlığı (g)

Uygulamaların ve bitki türlerinin interaksiyonu birlikte ele alındığında kök kuru ağırlığı üzerine etkisi istatistik olarak $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. İkili interaksiyonlarda en yüksek kök kuru ağırlığı 0,16 g ile KF58B x Amerikan Sarmaşığı ikilisinden elde edilirken, en düşük değer birden fazla grupta (IBA x zakkum, kontrol x zakkum ve KF63C x zakkum) 0,01 g olarak tespit edilmiştir (Şekil 14).

Kır [17], *Agrobacterium rubi* (A-18) ve *Serratia liguefaciens* (RT-102) bakterilerinin IBA ile birlikte kullanımının, *Forsythia × intermedia* (altınçanak) bitkisinin odun çeliklerinde yapılan köklendirmede kök yaş ve kuru ağırlığı kontrole göre önemli ölçüde arttırdığını bildirmiştir [18]. Kınık [15], bazı odunsu süs bitkilerinin bakteri ve hormonlarla çoğaltılmasına yönelik çalışmasında bakteri uygulamasının köklenen çelik sayısını azalttığını, buna karşılık bazı türlerde köklene oranlarını arttırdığını belirtmiştir. Araştırmacı aynı zamanda incelenen parametrelerin bir kısmında IBA'nın başarısı daha fazla olmuştur.

Du [19], besin yetersizliği olan toprakta *Brevibacteriu frigiditolerans* bakteri inokülasyonunun *Flaveria bidentis* bitkisinde kök uzunluğu, kök yüzey alanı, kök çapı ve kök hacmini arttırdığını raporlamıştır. Pakyürek ve Çığ [20], Zivzik narında *Brevibacillus choshinensis*, *Pseudoalteromomas tetraodonis* bakteri inokülasyonlarının ve farklı dozdaki melatonin hormonu uygulamalarının köklene parametrelerinde (kök sayısı ve uzunluğu) başarılı sonuçlar elde edildiğini bildirmiştir.

Akpınar Külekçi vd. [21], kızılıçık (*Cornus alba* 'Sibirica') bitkisinden alınan çeliklerde hormon ve bakteri formülasyonlarının köklene etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar IBA uygulamasının bakteri formülasyonlarından daha iyi olduğu yönündedir. Abdel-Rahman, El-Naggar [22], Indol-3-bütirik asit (IBA) ile birlikte bitki büyümesini teşvik eden rizobakterilerin (PGPR) ve arbusküler mikorizal mantarların (AMF) begonvil bitkisinde köklene üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, kök sayısı ve kök uzunluğunda hormonun tek başına uygulanmasına nazaran artış sağladığını bildirmişlerdir.

Pacholczak vd. [23], tarafından yürütülen çalışmada, brassinolidin IBA ile birlikte uygulanması *Berberis thunbergii*'de köklene sonuçlarında iyileşmeye yol açmış ve bu hormonlar arasında sinerjik bir etki olduğunu göstermiştir. Yaptığımız çalışmada da IBA hormonunun Berberis bitkisine olumlu bir etkide bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sabatino vd. [24] tarafından yapılan bir çalışma, IBA uygulamasının zakkum çeliklerinde köklene yüzdelarını ve kök kalitesini iyileştirdiğini göstererek, bu bitki büyüme düzenleyicisinin kök gelişimini teşvik etmedeki etkinliğini vurgulamıştır. Ayrıca Sabatino vd. [24] tarafından yapılan çalışmaya göre bazı klonlar IBA'ya olumlu tepki verirken bazılarında iyileşme olmadığı görülmüştür. Yaptığımız çalışmadan elde ettiğimiz sonuçlar da bu çalışmayı desteklemektedir.

Zapolsky vd. [25] tarafından yapılan çalışma IBA'nın hanımeli çeliklerinde köklene başarısını,

kök uzunluğunu ve kök kalitesini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Ek olarak Zapolsky ve arkadaşlarına göre [25], hormon uygulamasının zamanlaması kritik öneme sahiptir; hormonları kesimlerin doğru gelişim aşamasında uygulamak köklendirme uygulamalarının etkinliğini artırabilir. Örneğin, IBA'yı köklenme aşamasına girmeden hemen önce uygulamak, daha sonraki uygulamalara kıyasla daha iyi sonuçlar verebilir. Çalışmamızda ise IBA'nın hanımeli bitkisinde ortalama sonuçlar elde ettiği görülmektedir.

Oksinler, özellikle indol-3-bütirik asit (IBA) ve naftalin asetik asit (NAA), Amerikan sarmaşığı da dahil olmak üzere birçok bitki türünde kök oluşumunu artırmadaki rolleriyle yaygın olarak tanınırlar. Araştırmalar, bu oksinlerin uygulanmasının Amerikan sarmaşığında köklenme yüzdesini ve kök kalitesini önemli ölçüde artırabileceğini göstermiştir. Örneğin, Nasri vd. [26] tarafından yapılan bir çalışma, IBA'nın Amerikan sarmaşığı bitkisinde köklenme üzerindeki olumlu etkilerini göstermiş ve bu tür için güvenilir bir köklendirme hormonu olarak potansiyelini vurgulamıştır. Çalışmamızdan elde ettiğimiz veriler de bunu destekleyecek niteliktedir.

PGPR'nin besin maddelerini çözme ve bitkiler tarafından emilimini iyileştirme yeteneği, daha iyi köklenme sonuçlarına yol açabilir. Khan vd. [27] belirttiği gibi, PGPR besin bulunabilirliğini artırabilir ve kök büyümesini teşvik edebilir, böylece bitkinin genel sağlığını ve yerleşimini iyileştirebilir. Frasca [28] yaptığı çalışmada, yararlı rizobakterilerin soya fasulyesi fidelerinde kök biyokütlesini artırdığını göstermiştir. PGPR'nin uygulanması, yeni ortamlarda çeliklerin başarılı bir şekilde yerleşmesi için çok önemli olan gelişmiş kök gelişimine yol açabilir. Yürüttüğümüz bu çalışmada da PGPR uygulamalarının olumlu bir etki oluşturduğu görülmektedir. Çalışma, önceki çalışmaları destekler niteliktedir.

SONUÇ

Bu çalışma sonucunda, IBA hormonu uygulaması ortalama kök sayısı bakımından üstün olsa da bakteri uygulamalarından elde edilen bitkilerin kök uzunluğu, kök çapı, kök yaş ve kuru ağırlığı bakımından hormon uygulaması ve kontrole kıyasla üstün sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Çalışma sonucuna bakılarak Amerikan sarmaşığı, Berberis ve Altınçanak bitkilerinde genel olarak iyi sonuçlar alınırken Hanımeli bitkisinde bunlara kıyasla uygulamaların daha az etkili olduğu görülmüştür. Zakkum bitkisinde ise en düşük sonuçlar görülmektedir. Bu durum kaliteli fide/fidan eldesi

için rizobakteri uygulamalarının etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir. İleriki çalışmalarda kök kalitesinin yanında sayısının da artırılmasını sağlayacak uygun rizobakteri veya rizobakteri/hormon kombinasyonlarının denenmesi, süs bitkilerinde kaliteli fide/fidan eldesi için kullanılacak uygulamaların tespitine imkân sağlayacaktır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma TÜBİTAK imkânlarıyla yürütülen 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı 2021 Yılı 2. Dönem Proje Başvurularında kabul edilen projenin bir bölümüdür. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Önder, S., Akay, A. 2014. Konya ve Çevresinde Çiçek Soğanı Yetiştiriciliğinin Gelişimi. Uluslararası Katılımlı 5. Türkiye Tohumculuk Kongresi ve Sektörel İş Forumu, Diyarbakır.
2. Mutlu, Z. 2010. Konya kent içi trafik gürültüsünün engellenmesinde kullanılacak bazı bitkiler üzerinde bir araştırma (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.
3. Eşitken, A., Çelik, Y., Polat, A.T., Karakayacı, Z. 2012-a. Konya'da dış mekân süs bitkileri, iç mekân süs bitkileri, kesme çiçekler ve çiçek soğanları yetiştiriciliği yatırımlarına yönelik fizibilite çalışması. T.C. Mevlâna Kalkınma Ajansı, Konya.
4. Selim, C., Kahraman, E. 2021. Farklı IBA (indol-3-bütirik asit) dozlarının endemik *Phlomis chimerae* Boiss. türü çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri. Bartın Orman Fakültesi Dergisi 23(1):1-8.
5. Yılmaz, G., Yıldız, K. 2020. Bazı önemli dış mekân süs bitkilerine ait yeşil çeliklerin köklenme performansları. Akademik Ziraat Dergisi 9(2):373-380.
6. Karam, N.S., Gebre, G.H. 2004. Rooting of *Cercis siliquastrum* cuttings influenced by cutting position on the branch and indole-butyric acid. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 79(5):792-796.
7. Ion, S.T.A.N. 2011. Propagation of some ornamental species (*Ligustrum ovalifolium* Hassk., *Spiraea salicifolia* L., *Forsythia* sp.) at the botanical garden "Al. Buia" from Craiova. Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series 41(2):237-242.

8. Kauppinen, S., Kviklys, D., Rumpunen, K., Stanys, V., Svensson, M. 2003. Propagation of Japanese quince (*Chaenomeles japonica*) plants. Department of Crop Science, Swedish University of Agricultural Sciences. ISBN:91-631-3765-8, s:81-98.
9. Ford, Y.Y., Bonham, E.C., Cameron, R.W.F., Blake, P.S., Judd, H.L., Harrison-Murray, R.S. 2002. Adventitious rooting: examining the role of auxin in an easy-and a difficult-to-root plant. *Plant Growth Regulation* 36(2):149-159.
10. İzgi, M.N. 2020. Farklı IBA (indol-3-bütirik asit) dozları ve köklendirme ortamlarının bazı tıbbi bitkilerin köklenmesi üzerine etkileri. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi* 7(1):9-16.
11. Güneş, M., Şen, S.M. 2001. Tokat yöresinde doğal olarak yetişen kuşburnuların (*Rosa* spp.) seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde bir araştırma. *Bahçe* 30(1).
12. Alp, Ş., Yıldız, K., Türkoğlu, N., Çığ, A., Aşur, F. 2010. Van ilindeki eski bahçe güllerinin değişik çelik tipleri ile çoğaltılması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 20(3):189-193.
13. Işık, O., Kocamaz, C. 1992. Kuşburnu üretiminin önemi ve vejetatif yolla çoğaltma olanakları. 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi 1:285-291.
14. Ercişli, S., Eşitken, A., Şahin, F. 2004. Exogenous IBA and inoculation with *Agrobacterium rubi* stimulate adventitious root formation on hardwood stem cuttings of two rose genotypes. *HortScience* 39:533-534.
15. Kınık, E. 2014. Bazı odunsu süs bitkilerinin çelikle çoğaltılmaları üzerine oksin, mikoriza ve bakteri uygulamalarının etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, s:87.
16. Düzgünes, O., Kesici, T., Kavuncu, O., Gürbüz, F. 1987. Araştırma ve deneme metotları. Yayın No:1021, Ders Kitabı:295, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara, s:381.
17. Kır, Ö. 2010. Ekonomik öneme sahip bazı süs çalırlarının köklendirilmesi üzerine hormonların ve bakterilerin etkileri (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
18. Kınık, F., Çelikel, F. 2017. Bakteri ve oksin uygulamalarının kuşburnu bitkisinin çelikle çoğaltılması üzerine etkileri. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi* 5(13):1714-1719.
19. Du, E., Chen, X., Li, Q., Chen, F., Xu, H., Zhang, F. 2020. *Rhizoglossus intraradices* and associated *Brevibacterium frigoritolerans* enhance the competitive growth of *Flaveria bidentis*. *Plant and Soil* 453:281-295.
20. Pakyürek, M., Çığ, A. 2021. The effect of bacterial & hormonal applications on the rooting of zivzik pomegranate cuttings. 3. International Conference on Food Agriculture and Veterinary, İzmir.
21. Akpınar Külekçi, E., Özkan, G., Ekinci, M., Sezen, İ., Kotan, R. 2021. Farklı bakteri ve hormon uygulamalarının *Cornus alba* 'Sibirica' çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 8(2):519-527.
22. Abdel-Rahman, S.S., El-Naggar, A.I. 2014. Promotion of rooting and growth of some types of Bougainvilleas cutting by plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in combination with indole-3-butyric acid (IBA). *International Journal of Science and Research* 3(11):97-108.
23. Pacholczak, A., Zajączkowska, M., Nowakowska, K. 2021. The effect of brassinosteroids on rooting of stem cuttings in two barberry (*Berberis thunbergii* L.) cultivars. *Agronomy*.
24. Sabatino, L., D'Anna, F., Iapichino, G. 2019. Improved propagation and growing techniques for oleander nursery production. *Horticulturae*.
25. Zapolsky, Y.C., Medvedeva, T., Natalchuk, T.A., Bubylyk, M.O. 2018. Propagation of edible honeysuckle (*Lonicera edulis* Turcz) in in vitro conditions. *Agricultural Science and Practice*.
26. Nasri, F., Fadakar, A., Saba, M.K., Yousefi, B. 2015. Study of indole butyric acid (IBA) effects on cutting rooting improving some of wild genotypes of damask roses (*Rosa damascena* Mill.). *Journal of Agricultural Sciences Belgrade*.
27. Khan, N., Ali, S., Tariq, H., Latif, S., Yasmin, H., Mehmood, A., Shahid, M.A. 2020. Water conservation and plant survival strategies of rhizobacteria under drought stress. *Agronomy*.
28. de Frasca, L.L. 2024. Interação De Plântulas De Soja Com Rizobactérias Benéficas. *Semina Ciências Agrárias*.