

Monstera deliciosa Bitkisinin Mikroçoğaltımı

Bora Onur HALLAÇ^{1*}, Soner YAĞ², Neslihan Yeşim YALÇIN MENDİ³

¹FSB Biyoteknoloji. Ltd. Şti., Adana; ORCID: 0009-0000-8867-3143

²FSB Biyoteknoloji Ltd. Şti., Adana; ORCID: 0009-0004-6208-7911

³Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Adana; ORCID: 0000-0002-4587-5156

Gönderilme Tarihi: 1 Ekim 2024

Kabul Tarihi: 31 Aralık 2024

ÖZ

Süs bitkileri sektöründe önemli bir pazara sahip olan *Aracea* familyası bitkisi *Monstera deliciosa* (devetabanı), yaygın olarak tohum ile üretilmektedir. Çelikle üretim ise, yalnızca alacalı bitki çeşitlerinde tercih edilmekte olup, üretim materyali ihtiyacını karşılayamamaktadır. Bu nedenle, son yıllarda üretim materyali temini konusunda yaşanan sorunlardan dolayı, yılın on iki ayı üretim yapılmasına olanak sağlayan, az sayıda bitki materyaliyle kısa sürede yüksek miktarda sağlıklı, klonal bitki üretebilen doku kültürü yöntemlerinin kullanılmasıyla ihtiyaç duyulan bitkisel materyallerin üretilmesi ve üretimde en uygun çoğaltma ve köklendirme protokollerinin oluşturulması hedeflenmiştir. Çalışmada başlangıç materyali olarak nodal segmentler kullanılmıştır. Çeşitli kimyasal ajanlar (NOCl ve HgCl₂) kullanılarak sterilize edilmiş eksplantlar, indüksiyon aşamasında farklı BA, 2İP ve KİN (0.5, 1, 2 ve 4 mg.l⁻¹) konsantrasyonlarının, 0.1 mg.l⁻¹ NAA ile kombinasyonunu içeren MS ortamında kültüre alınmışlardır. Sürgün geliştirme aşamasında, BA, 2İP ve KİN (1.0, 1.5, 2.0 ve 2.5 mg.l⁻¹)'in NAA (0.2 mg.l⁻¹) ile kombinasyonunu içeren MS ortamı, köklendirme aşamasında ise NAA (0.1, 0.5 ve 1.0 mg.l⁻¹), IAA (0.1, 0.5 ve 1.0 mg.l⁻¹) ve IBA (0.1, 0.5 ve 1.0 mg.l⁻¹) içeren MS ortamları kullanılmıştır. *In vitro* bitkilerin aklimatizasyonu aşamasında, %0.06 dozunda Maxim® ile koruyucu fungusit uygulaması yapılmış; farklı yetiştirme ortamları denenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Bitkisel materyalin yüzey sterilizasyonu için %0.5'lik sodyum hipoklorit ile gerçekleştirilen uygulama, %80 başarı sağlamıştır. Nodal segmentlerdeki gözlerden sürgün gelişimini teşvik etmeyi amaçlayan ilk gelişme aşamasında kullanılan büyüme düzenleyici kombinasyonları arasında en iyi sonucu, 2.0 mg.l⁻¹ 2İP ve 0.1 mg.l⁻¹ NAA içeren MS ortamı sağlamıştır. Bu ortamda eksplant başına ortalama, 2.8 adet sürgün elde edilmiştir. Kardeşlenme ortamına aktarılan sürgünler üzerinde, 2.5 mg.l⁻¹ BA ve 0.2 mg.l⁻¹ NAA kombinasyonu en etkili büyüme düzenleyici kombinasyonu olarak belirlenmiş ve bu ortamlarda eksplant başına 2.9 adet kardeşlenme elde edilmiştir. *In vitro* köklendirme amacıyla kullanılan farklı büyüme düzenleyici uygulamalarının çoğunda %100 köklenme oranı görülmüştür. Doku kültürü yoluyla çoğaltımı başarıyla gerçekleştirilen *Monstera deliciosa* bitkisinde *in vitro* yöntemler, sağladığı avantajlar nedeniyle ticari üretimde özellikle tohum temininde sorun yaşandığında tercih edilebilir bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: *Aracea*, devetabanı, bitki doku kültürü

Micropropagation of *Monstera deliciosa* Plant

ABSTRACT

Monstera deliciosa (commonly known as Swiss cheese plant), a member of the *Araceae* family, holds a significant market share in the ornamental plant sector and is widely propagated through seeds. However, propagation by cuttings is limited to variegated plant varieties due to challenges such as increased node numbers and high costs, which fail to meet the demand for plant material. Consequently, in recent years, tissue culture techniques have been employed to address the challenges in the supply of propagation materials. These methods allow year-round production and enable the rapid production of large quantities of healthy, clonal plants with minimal initial plant material. The primary aim has been to produce the required plant materials and establish the most suitable protocols for propagation and rooting in production. In the study, nodal segments were used as the initial material. Sterilized explants, treated with various chemical agents (NOCl and HgCl₂), were cultured in MS medium during the induction phase, containing combinations of different concentrations of BA, 2IP, and KIN (0.5, 1, 2 and 4 mg.l⁻¹) with 0.1 mg.l⁻¹ NAA. During the shoot development phase, MS medium containing combinations of BA, 2IP, and KIN (1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 mg.l⁻¹) with 0.2 mg.l⁻¹ NAA was used. For the rooting phase, MS media containing NAA (0.1, 0.5 and 1.0 mg.l⁻¹), IAA (0.1, 0.5 and 1.0 mg.l⁻¹) and IBA (0.1, 0.5 and 1.0 mg.l⁻¹) were utilized. During the acclimatization phase of in-vitro plants, a protective fungicide application was performed using Maxim® at a dose of 0.06%, different growing media were tested, and the results were evaluated. The surface sterilization of plant material, carried out with a 0.5% sodium hypochlorite solution, achieved an 80% success rate. Among the growth regulator combinations used in the first development phase aimed at promoting shoot development from the buds in nodal segments, the best result was obtained using MS medium containing 2.0 mg.l⁻¹ 2IP

*Sorumlu yazar / Corresponding author: bora@windowslive.com

and 0.1 mg.l⁻¹ NAA. In this medium, an average of 2.8 shoots per explant was obtained. For the subculture phase, the combination of 2.5 mg.l⁻¹ BA and 0.2 mg.l⁻¹ NAA was identified as the most effective growth regulator combination, resulting in 2.9 branching per explant in these media. In most of the different growth regulator treatments used for *in vitro* rooting, a 100% rooting rate was observed. *In vitro* methods for the propagation of *Monstera deliciosa*, successfully carried out through tissue culture, were found to be preferable in commercial production, especially when there are issues with seed procurement, due to the advantages they offer.

Keywords: *Aracea*, foalfoot, plant tissue culture

GİRİŞ

Aracea familyası bitkisi olan devetabanı (*Monstera deliciosa*), Meksika'dan Panama'ya kadar uzanan alanda doğal yayılış gösteren bir bitki türüdür. Yenilebilir meyvelerinin lezzetine atıfta bulunularak, *M.deliciosa* ismini almıştır. İngilizcedeki adı olan Swiss cheese plant'ı, yaprak ayasında yer alan ve İsviçre tipi peynirlerdeki büyük deliklere benzeyen boşluklar nedeniyle aldığı bilinmektedir. İç mekân süs bitkisi yetiştiriciliğinde önemli bir yeri olan ve ev alanlarından ofislere kadar pek çok alanı süsleyen bu bitki; iç mekânda genellikle 90-200 cm uzunluğuna ulaşabilmekte ve doğal yayılımının olduğu alanlarda 20 metreye kadar büyüebilmektedir. Kontrollü hücre ölümü sonucunda yapraklarında delikler oluşmakta, yaşlı yapraklarında bu görünüm daha belirgin hale gelmekte ve bu sayede benzersiz bir görünüme sahip olmaktadır. Bazı ülkelerde meyve üretimi amaçlı olarak yetiştirilse de ticari olarak esas pazar alanını süs bitkisi yetiştiriciliğinde elde etmiştir [1].

M.deliciosa; tohumla, çelikle ve doku kültürü yöntemleri ile üretilmektedir. Dünyadaki temel üretim yöntemi ise tohum ile gerçekleşmektedir. Tohum ile gerçekleştirilen üretim yöntemlerinde, tohum sayısının pazardaki ihtiyacı karşılayamaması, yüksek düzeyde endojenik bakteriyel etmenlerin tohum bünyesinde yaygın şekilde bulunması, tohum saklama koşullarının bakteriyel aktivite sebebi ile uzun süreler yeterli korumayı sağlayamamasıyla yılın 12 ayında üretim yapabilmenin güçlüğü ortaya çıkmaktadır. Diğer bir problem ise, tohum ile üretilen bitkilerde genetik açılımın gerçekleşmesi ve bitkilerde boy ve kalite farklılıklarının görülmesidir. Bu durum da ticari üretimlerde önemli bir sorun yaratmaktadır. Çelikle üretim, bitkilerin boğum aralarının bir yaprak kalacak şekilde kesilmesi ve torf, perlit, cocopeat gibi yetiştirme ortamlarına dikilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Ancak bu yöntemde köklenme güçlüğü, boğum aralarının oldukça kısa olması sebebiyle küçük bitkilerden çelik elde edilememesi, büyük bitkilere ait çeliklerin de oldukça iri yapraklara sahip olması ve bu sebeple su kaybının artması; çelik ile üretimi ticari şekilde gerçekleştirmekten uzak kılmaktadır. Tüm bu problemlerden ötürü, son yıllarda yeni bir yaklaşım

olarak doku kültürü yönteminin kullanımı ön plana çıkmaktadır. Doku kültürü yöntemi, hastalıktan arı bitki eldesi, küçük alanlarda oldukça yüksek adetlerde üretim yapılabilmesi ve yılın 12 ayı üretimin kesintisiz devam edebilmesine elverişli olması açısından son derece önemlidir. Uygun maliyetler ile gerçekçi bir ticari yaklaşımla, doku kültürüyle üretilen bitki materyalleri; tohum ve çelik ile üretimin yarattığı olumsuz durumların önüne geçmektedir. Tohum teminindeki zorluklar ve çelikle çoğaltımdaki olumsuz durumlar değerlendirildiğinde, doku kültürü teknolojisi ile *M.deliciosa*'nın hızlı çoğaltılması, yalnızca üstün özelliklerin korunmasına yardımcı olmakla kalmamakta, aynı zamanda bitki yetiştiriciliği için çok sayıda fidana ulaşılmasını da sağlamaktadır [2].

MATERYAL VE METOT

Çalışmada, *M.deliciosa* bitkisine ait nodal segmentler (bir göz bulunan boğumlar) eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır.

Bitki Materyallerinin Sterilizasyonu ve Sürgün Elde Edilmesi

Bitkisel materyalin sterilizasyon aşamasında ilk olarak, 25-30 cm uzunluğa ve 4-5 yaprak sayısına sahip *M.deliciosa* bitkilerinin, kökleri ve yaprakları kesilerek gövde eksplantı elde edilmiştir. Çalışmada toplamda 120 adet nodal segment eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Bitkiden ayrılarak laboratuvara getirilen bitki gövdesi, öncelikle çeşme suyu altında 15 dakika boyunca yıkanmıştır. Daha sonra; 2-3 cm uzunluğunda kesitler halinde, birer tomurcuk bulunduran boğum eksplantları kesilerek beher aktarılmış, %70 etanol içeren solüsyon içerisinde 1 dakika boyunca bekletilmiştir. Etanol çözeltisinden çıkarılan boğumlar, Çizelge 1'de bileşimi verilen dezenfektan kimyasallar ve 3 ml/l polisorbata 20 kullanılarak oluşturulan 6 deneme grubuna aktarılmış ve 10'ar dakika bekletilmiştir.

Sterilizasyon işlemi tamamlandıktan sonra, beher içindeki nodal segmentler, dikey hava akışlı steril kabin içerisinde üç defa steril distile su ile durulandıktan sonra filtre kâğıdı üzerine bırakılarak fazla suyundan arınması sağlanmıştır. Eksplantlar, Çizelge 2'de yer alan deneme gruplarını içeren

ortamlara steril koşullarda aktarılmıştır. *M.deliciosa*'nın tropik bir bitki olması nedeniyle inkübasyon koşulları olarak 30°C sıcaklık ve 16/24 saatlik fotoperiyodik düzendeki ışıklandırma tercih edilmiştir.

Çizelge 1. Bitkisel materyalin yüzeysel sterilizasyonu sürecinde kullanılan deneme gruplarında yer alan kimyasallar ve konsantrasyonları (%)

Deneme Kodu	Dezenfektan Kimyasal	Konsantrasyon (%)
MST001	NaOCl	0.25
MST002	NaOCl	0.50
MST003	NaOCl	1.00
MST004	HgCl ₂	0.05
MST005	HgCl ₂	0.10
MST006	HgCl ₂	0.20

Çizelge 2. İlk gelişme aşaması sürecinde kullanılan besi ortamlarına ait büyüme düzenleyicileri ve konsantrasyonları (mg.l⁻¹)

Deneme Kodu	Sitokinin (*)	Konsantrasyon (mg.l ⁻¹)	Oksin (**)	Konsantrasyon (mg.l ⁻¹)
MPR001	BA	0.5	NAA	0.1
MPR002	BA	1.0	NAA	0.1
MPR003	BA	2.0	NAA	0.1
MPR004	BA	4.0	NAA	0.1
MPR005	2-iP	0.5	NAA	0.1
MPR006	2-iP	1.0	NAA	0.1
MPR007	2-iP	2.0	NAA	0.1
MPR008	2-iP	4.0	NAA	0.1
MPR009	KIN	0.5	NAA	0.1
MPR010	KIN	1.0	NAA	0.1
MPR011	KIN	2.0	NAA	0.1
MPR012	KIN	4.0	NAA	0.1

*BA: 6-Benzylaminopurine, 2-iP: Isopentyl Adenine; KIN: Kinetin, **NAA: 1-Naphthaleneacetic acid.

Elde Edilen Sürgünlerin Çoğaltımı

Kardeşlendirme aşamasında, büyüme düzenleyicilerinin teşviki ile gözlerden gelişen sürgünler, birlikte kültüre alındıkları ana eksplant olan gövde dokularından ayrılmışlar ve taze ortamların bulunduğu kavanozlara aktarılmışlardır. Sürgün çoğaltımında, Çizelge 3'te yer alan oksin ve sitokinin kombinasyonları ile hazırlanan ortamlar kullanılmıştır. Bitkiler 8 hafta süreyle, 30°C sıcaklıkta ve 16/24 fotoperiyoda sahip ışıklandırma koşullarında gelişmeye bırakılmıştır.

In vitro Ortamda Sürgünlerin Köklendirilmesi

Çoğaltılan sürgünlerin aklimatize edilebilmesi için, öncelikli olarak kardeşlerinden ayrılması ve köklendirme ortamlarına aktararak kök oluşumlarının sağlanması gerekmektedir. 1.5-2.0 cm boylarına sahip ve yaprak oluşumu başlamış olan bitki materyalleri, kümelenmiş bitki grubundan steril bir bistüri ile ayrılarak aseptik koşullarda köklendirme ortamlarına aktarılmıştır. İlgili deneme gruplarının içerdiği oksinler ve konsantrasyonları, Çizelge 4'te yer almaktadır.

Çizelge 3. Sürgün çoğaltımı sürecinde kullanılan besi ortamlarına ait büyüme düzenleyicileri ve konsantrasyonları (mg.l⁻¹)

Deneme Kodu	Sitokinin (*)	Konsantrasyon (mg.l ⁻¹)	Oksin (**)	Konsantrasyon (mg.l ⁻¹)
MSPR001	BA	1.0	NAA	0.2
MSPR002	BA	1.5	NAA	0.2
MSPR003	BA	2.0	NAA	0.2
MSPR004	BA	2.5	NAA	0.2
MSPR005	2-iP	1.0	NAA	0.2
MSPR006	2-iP	1.5	NAA	0.2
MSPR007	2-iP	2.0	NAA	0.2
MSPR008	2-iP	2.5	NAA	0.2
MSPR009	KIN	1.0	NAA	0.2
MSPR010	KIN	1.5	NAA	0.2
MSPR011	KIN	2.0	NAA	0.2
MSPR012	KIN	2.5	NAA	0.2

*BA: 6-Benzylaminopurine, 2-iP: Isopentyl Adenine; KIN: Kinetin, **NAA: 1-Naphthaleneacetic acid.

Çizelge 4. In vitro köklendirme sürecinde kullanılan besi ortamlarına ait büyüme düzenleyicileri ve konsantrasyonları (mg.l⁻¹)

Deneme Kodu	Oksin (*)	Konsantrasyon (mg.l ⁻¹)
MR001	NAA	0.1
MR002	NAA	0.5
MR003	NAA	1.0
MR004	IAA	0.1
MR005	IAA	0.5
MR006	IAA	1.0
MR007	IBA	0.1
MR008	IBA	0.5
MR009	IBA	1.0

*NAA: 1-Naphthaleneacetic acid, IAA: Indole-3-acetic acid; IBA: 1H-indole-3-butanoic acid.

Aklmatizasyon

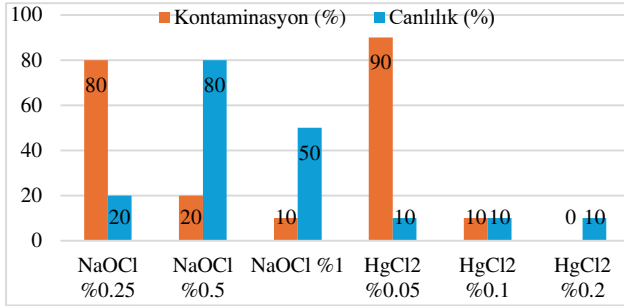
In vitro ortamda gelişimini tamamlamış en az iki köke sahip olan bitki materyalleri, kavanozlardan çıkarılarak 5 ml/l polisorbata 20 içeren karışımda 10 dak. bekletilmiş ve çeşme altında yıkanarak besi kalıntılarından arındırılmıştır. %0.06 Maxim® (25 g.l⁻¹ fludioxonil + 10 g.l⁻¹ metalaxyl-M) içeren fungusit çözeltisine batırılıp çıkartılarak %33 torf + %33 cocopeat + %33 perlit içeren viyollere dikimleri gerçekleştirilmiştir. Nem, %85, ışık şiddeti ise 2000-2500 lüks olacak şekilde ayarlanmıştır. İlk in vivo kökler oluşuktan sonra, 0.8 µS/cm EC değerinde ve 5.75 pH'ta N:P:K 30:10:10 + TE içeren sulama suyu kullanılarak düzenli bir şekilde bitkiler beslenmeye başlanmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki Materyallerinin Sterilizasyonu ve Sürgün Eldesi

Sterilizasyon denemesi sonucunda kontaminasyon ve canlılık verileri alınarak, morfolojik gözlemler yapılmıştır. Sonuçlar analiz edildiğinde, %0.5 sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi uygulanan eksplantlarda %20 oranında kontaminasyon ve %80 oranında canlılık gözlenmiştir. Bu oranın, diğer

konsantrasyonlara nazaran daha başarılı olduğu saptanmıştır. Civa klorür (HgCl_2) ile gerçekleştirilen denemelerde, canlılık oranları düşük olduğundan dolayı ticari üretim niteliğine sahip olabilecek sonuçlara ulaşılamamıştır. Elde edilen bulgular, Şekil 1’de yer almaktadır.



Şekil 1. Farklı dezenfektan kimyasalların kontaminasyon (%) ve canlılık oranları (%)

Diğer araştırmacılar ise yapmış oldukları sterilizasyon çalışmasında daha yüksek NaClO konsantrasyonlarını deneyerek başarılı sonuçlar elde etmişlerdir. Casanova Palomeque [1], *M.deliciosa*’da yapmış oldukları mikroçoğaltım çalışmasında, 2 farklı sterilizasyon denemesi gerçekleştirmişlerdir. Birincisinde, eksplantlar sırasıyla, 15 sn. %70’lik etanol çözeltisinde bekletilmiş, 20 dakika boyunca ise sürekli çalkalama altında üç damla Tween 20 içeren %2,5’lik bir sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisine daldırılmış ve antioksidan solüsyonunda 5 dakika bekletilmiştir. İkinci dezenfeksiyon protokolü ise, birinci protokolden farklı olmuştur. Bunlar; antioksidan solüsyonda daldırma işlemi, vakum pompasında sürekli karıştırma altında 3 dakika süreyle yapılmış ve ardından NaClO (%1,25) + üç damla Tween-20 ile 15 dakika ve NaClO (%0,83) + üç damla Tween-20 ile 10 dakika süreyle çift daldırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar, eksplantların kontaminasyonunun, türün biyolojik savunmasına ve endofitik mikroorganizmaların içeriğine bağlı olduğunu saptamışlardır. İlk protokol ile dezenfekte edilen *M.deliciosa* eksplantlarında, fungal kontaminasyonun, bakteriyel kontaminasyondan daha yoğun görüldüğünü gözlemişlerdir. *M.acuminata* sürgünlerinin sürgün indüksiyonu için en etkili dezenfeksiyon protokolünün ise; Tween-20 + %20 etanol + %2.08 NaClO + benomil çözeltisi içeren solüsyonlarda bekletme olduğu belirlemişler, daha sonra, 1 mg.l⁻¹ BAP içeren MS ortamında en yüksek sürgün oluşumunu sağlamışlardır.

Pérez vd. [3], hemiepifit bitkilerde (*M.deliciosa* ve *M.acuminata*) endofitik bakterilerin popülasyon yoğunluğunun oldukça değişken olduğunu ve sıcak iklim koşullarında ve düşük rakımlı habitatlarda

yetişen bitkilerde düzenli olarak arttığını bildirmişlerdir.

Jing vd. [2], *M.deliciosa*’nın aksiller tomurcuklarını, ilk olarak sabun ve su ile yıkamış, ardından %2 sodyum hipoklorit (NaClO) solüsyonunda 20 dakika bekleterek eksplantların yüzey dezenfeksiyonunu tamamlamışlardır. Ardından dış yaprak tabakası ve doku çıkarılmış, tomurcuklar tekrar taze bir %2 sodyum hipoklorit (NaClO) çözeltisine konularak 20 dakika daha bekletilmiş ve ardından 3 kez durulanarak steril eksplantlar elde edilmiştir.

Araştırmamızda, sürgün gelişimi için uygulama ortalamaları, istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Fakat konsantrasyon dozu ve uygulama × doz istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Uygulama ortalamaları sonucunda en iyi sürgün gelişimi, 2-İP’den (1.95a) elde edilmiştir. Kullanılan ortam bileşimleri içerisinde en iyi sonucu 2.0 mg.l⁻¹ 2-İP ve 0.1 mg.l⁻¹ NAA büyüme düzenleyicilerini içeren ortam sağlamış ve eksplant başına 2.8 adet/eksplant sürgün elde edilmiştir (Çizelge 5). Bu ortama en yakın sürgün gelişimi sağlayan (2.0 adet sürgün/eksplant) büyüme düzenleyici kombinasyonu 1.0 mg.l⁻¹ 2İP + 1.0 mg.l⁻¹ NAA olmuştur.

Desai vd. [4], Araceae’de vejetatif parçalardan elde edilen eksplantların, bitki üzerindeki konumlarına bağlı olarak farklı endojen büyüme düzenleyicisi seviyelerine sahip olduğunu ve bunun, aynı denemede bile farklı *in vitro* tepkiler gösterdiğini belirtmişlerdir.

Çizelge 5. Farklı büyüme düzenleyiciler kullanılarak oluşturulan deneme gruplarının sürgün gelişimi üzerinde etkisi

Deneme Kodu	Hormon Adı	Konsantrasyon Dozu (mg.l ⁻¹)	Sürgün Sayısı	Uygulama Ortalaması
MSPR001	BA	0.5	1.0	1.18b
MSPR002		1.0	1.2	
MSPR003		2.0	1.5	
MSPR004		4.0	1.0	
MSPR005	2-iP	0.5	1.7	1.95a
MSPR006		1.0	2.0	
MSPR007		2.0	2.8	
MSPR008		4.0	1.3	
MSPR009	KIN	0.5	1.7	1.4b
MSPR010		1.0	1.8	
MSPR011		2.0	1.1	
MSPR012		4.0	1.0	

LSDuygulama: 0.51**, LSDdoz: Ö.D., LSDuygulama*doz: Ö.D., *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D. Önemli Değil.

Elde Edilen Sürgünlerin Çoğaltımı

Sürgün çoğaltımında hormon uygulaması, konsantrasyon dozu ve uygulama × doz istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Fakat denemeler sonucunda, en iyi kardeşlenme, 2.5 mg.l⁻¹ BA ve 0.2 mg.l⁻¹ NAA büyüme düzenleyicilerini içeren deneme grubunda saptanmıştır. Bu ortamda her bir sürgünün

alt kültüre alınmasını takiben üçüncü haftanın sonunda ortalama 2.9 adet yeni sürgün elde edilmiştir (Şekil 2). Bu sayıyı, BA'nın 2.0 mg.l⁻¹ dozunda kullanıldığı MSPR003 kodlu ortam takip etmiştir (2.2 adet sürgün/eksplant). Elde edilen sonuçlar, Çizelge 6'da yer almaktadır. Blanco ve Valverde [5], Valderrama-Alfaro vd. [6] ve Murillo-Gómez vd. [7] yaptıkları çalışmalarda ise, sırasıyla *Philodendron corcovadense* ve *Anthurium* türlerinde en iyi sürgün çoğalma oranlarını teşvik etmek için 0.8 ve 1 mg.l⁻¹ BA kullanımını önermişlerdir.

Çizelge 6. Farklı büyüme düzenleyiciler kullanılarak oluşturulan deneme gruplarının sürgün çoğaltımı üzerinde etkisi

Deneme Kodu	Hormon Adı	Konsantrasyon Dozu (mg.l ⁻¹)	Kardeşlenme Sayısı	Uygulama Ortalaması
MSPR001	BA	1.0	1.0	1.95
MSPR002		1.5	1.7	
MSPR003		2.0	2.2	
MSPR004		2.5	2.9	
MSPR005	2-iP	1.0	1.7	1.47
MSPR006		1.5	1.8	
MSPR007		2.0	1.3	
MSPR008		2.5	1.1	
MSPR009	KIN	1.0	1.1	1.47
MSPR010		1.5	1.3	
MSPR011		2.0	1.9	
MSPR012		2.5	1.6	

LSDuygulama: Ö.D., LSDdoz: Ö.D., LSDuygulama*doz: Ö.D., *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D. Önemli Değil



Şekil 2. *In vitro* ortamda gerçekleşen sürgün çoğaltma denemelerinde MSPR004 ortamında gelişen sürgünlerin görünümü

Kardeşlendirme aşamasında aksiller sürgünler, 30 g.l⁻¹ sükröz, 2.5 g.l⁻¹ gellan gum, 7.5 mg.l⁻¹ BA (6-benzilaminopürin), 0.5 mg.l⁻¹ NAA (naftalen asetik asit) ve B5 vitaminlerini içeren yarı katı modifiye edilmiş MS ortamında kültüre alınmıştır. Sonuçta birden fazla aksiller sürgün ve kök gelişimi sağlanmıştır. Farklı *in vitro* kültür sistemlerinin değerlendirilmesinde, geçici daldırma (TI) sisteminin, yarı katı ortamdaki geleneksel mikroçoğaltma sistemine kıyasla üretilen sürgünlerin miktarını ve kalitesini artırmada yararlı olduğu gösterilmiştir [2].

Araştırmacılar çalışmalarında, *M.deliciosa* 'Thai Constellation'nın, SETIS™ biyoreaktörlerinde

çoğaltıldığında, yarı katı kültür ortamına kıyasla daha yüksek çoğalma oranları ve artan yaş/kuru ağırlık elde etmişlerdir. Sürgün çoğaltma oranı açısından, geçici daldırma biyoreaktörlerinde toplam yeni sürgün sayısı yarı katı kültür ortamındakinden sadece anlamlı derecede daha fazla olmakla kalmamış, aynı zamanda üretilen etkili sürgün sayısı da çok daha yüksek bulunmuştur. Bu durum, ticari üretim uygulamaları açısından büyük önem taşımaktadır.

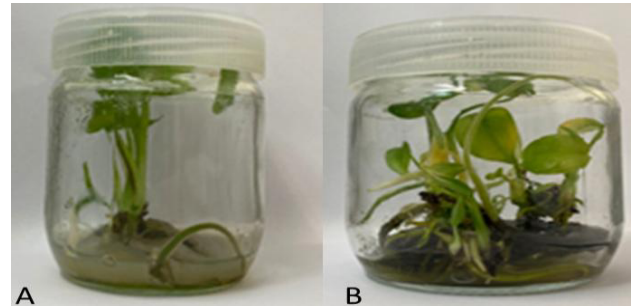
In vitro Ortamda Sürgünlerin Köklendirilmesi

Sürgün çoğaltımında konsantrasyon dozu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur, fakat hormon uygulaması ve uygulama × doz istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. En iyi köklenme, 0.1 mg.l⁻¹ oksin (NAA, IAA, IBA) dozlarındaki bitkilerden elde edilmiştir. Oluşturulan deneme gruplarının büyük çoğunluğunda %100 köklenme oranı belirlenmiştir. Şekil 3'de köklenen *Monstera* sürgünleri gösterilmiştir. Denemede kullanılan farklı oksinlerin ve miktarlarının köklenme oranı üzerinde istatistiksel bir etkisi bulunmamıştır. Elde edilen bulgular, Çizelge 7'de yer almaktadır.

Çizelge 7. Farklı büyüme düzenleyiciler kullanılarak oluşturulan deneme gruplarının *in vitro* ortamda köklenme üzerinde etkisi

Deneme Kodu	Hormon Adı	Konsantrasyon Dozu (mg.l ⁻¹)	Köklenme Sayısı	Uygulama Ortalaması
MR001	NAA	0.1	1.0a	0.96
MR002		0.5	1.0a	
MR003		1.0	0.9a	
MR004	IAA	0.1	1.0a	0.93
MR005		0.5	1.0a	
MR006		1.0	0.8ab	
MR007	IBA	0.1	1.0a	0.8
MR008		0.5	0.8ab	
MR009		1.0	0.6b	

LSDuygulama: Ö.D., LSDdoz: 0.15*, LSDuygulama*doz: Ö.D., *P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001, Ö.D. Önemli Değil



Şekil 3. MR005 ortamında gerçekleşen *in vitro* köklenmeye ait görünüm (A, B)

Aklimatizasyon

In vitro koşullarda gelişen bitkiciklerin dış koşullara aktarılması işlemine alınan bitki materyallerinde aklimatizasyon oranı %94 olarak bulunmuştur. Mantar ya da bakteriyel hastalıklar

görülmemekle birlikte, kayıpların bitkilerde oluşan nem kaybı sebebiyle olduğu saptanmıştır. Dış koşullara alıştırma aşamasında serada yetiştirilen bitkilere ait görseller, Şekil 4’te yer almaktadır.



Şekil 4. Aklimatizasyon sonrası bitkilerin oluşturduğu kök yapıları ve fide görünümü (A), Aklimatizasyonu tamamlanmış bitkilerin genel görünümü (B)

SONUÇ

Bitkisel materyalin yüzey sterilizasyonu için %0.5’lik sodyum hipoklorit ile gerçekleştirilen uygulama, %80 başarı sağlamıştır. Bu uygulama sonrasında bitkilerde herhangi bir fitotoksiste de oluşmadığı görülmüştür. Nodal segmentlerdeki gözlerden sürgün gelişimini teşvik etmeyi amaçlayan ilk gelişme aşamasında kullanılan büyüme düzenleyici kombinasyonları arasında en iyi sonucu, 2.0 mg.l⁻¹ 2İP ve 0.1 mg.l⁻¹ NAA kullanılan MS ortamları vermiştir. Bu ortamda eksplant başına ortalama 2.8 adet sürgün elde edilmiştir. Proliferasyon aşamasına aktarılan sürgünler üzerinde 2.5 mg.l⁻¹ BA ve 0.2 mg.l⁻¹ NAA kombinasyonu etkili büyüme düzenleyici kombinasyonu olarak belirlenmiş ve bu ortamlarda eksplant başına 2.9 adet kardeşlenme elde edilmiştir. Doku kültürü uygulamalarında kardeşlenme oranı oldukça önemli olmakla birlikte elde edilen bitki materyallerinin ticari üretime uygun sürgün kalitesine sahip olması da önemlidir. Bu özellik bakımından da 2.5 mg.l⁻¹ BA + 0.2 mg.l⁻¹ NAA kombinasyonu olumlu bulunmuştur. *In vitro* köklendirme amacıyla kullanılan farklı büyüme düzenleyici uygulamalarının çoğunda %100 köklenme oranı görülmüş ve bu durum bitkinin *in vitro* ortamda köklenme yeteneğinin oldukça yüksek olduğunu ortaya koymuştur. %50 torf ve %50

cocopeat karışımı oluşturularak hazırlanan ortamda %94 oranında aklimatizasyon sağlanmıştır.

Gün geçtikçe süs bitkisi pazarında daha fazla talep edilen ve üretim materyalinin kısıtlı olduğu gündeme gelen *Monstera deliciosa* bitkisinin alternatif olarak doku kültürü yöntemi ile çoğaltılabileceği, bu çalışma ile saptanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma KOSGEB Ar-Ge ve İnovasyon Programı kapsamında desteklenmiş ve proje başarı ile sonuçlandırılmıştır. İlgili kuruma desteklerinden dolayı teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Casanova Palomeque, N.M., Bertolini, V., Donjuan, L.I. 2021. *In vitro* establishment: *Monstera acuminata* Koch and *Monstera deliciosa* Liebm. Trends in Horticulture 4(1).
2. Jing, Y., Beleski, D., Vendrame, W. 2024. Micropropagation and acclimatization of *Monstera deliciosa* Liebm. ‘Thai Constellation’. Environmental Horticulture Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32611, USA.
3. Pérez, A., Rojas, J.S., Vale, M.H. 2009. Biología y perspectiva de microorganismos endófitos asociados a plantas (Spanish) [Biology and Perspective of Endophytic Microorganisms Associated With Plants]. Revista Colombiana de Ciencia Animal, 1:286-301.
4. Desai, C., Inghalihalli, R., Krishnamurthy, R. 2015. Micropropagation of *Anthurium andraeanum*- an important tool in floriculture. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry 4(3):112-117.
5. Blanco, M., Valverde, R. 2004. Micropropagación de *Philodendron* sp. (posiblemente *P.corcovadense*) (Portuguese) [Micropropagation of *Philodendron* sp. (possibly *P.corcovadense*)]. Agronomía Costarricense 28:34-46.
6. Valderrama-Alfaro, S., Chico-Ruiz, J., Quispe-Chávez, J. 2011. Regeneración *in vitro* de plantas de *Solanum pimpinellifolium* L. a partir de explantes foliares (Spanish) [In vitro regeneration of *Solanum pimpinellifolium* L. plants from foliar explants]. Biotecnología Vegetal 11(1):15-25.
7. Murillo-Gómez, P.A., Naranjo, E., Callejas, R. 2014. Micropropagation of the native species *Anthurium antioquiense* Engl. for conservation purposes. Agronomía Colombiana 32:334-340.