

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

“Balci” Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşidinin *in vitro* Sürgün Uçlarının Mikroçoğaltımı ve Köklendirilmesi Üzerine Oksin ve Sitokinlerin Etkisi

Atike HAMİDİ BİRECİKLİ, Filiz AKBAŞ*

Batman Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Batman, Türkiye
*eposta: filiz.akbas@batman.edu.tr

Öz: Bu çalışmada, linoleik tipte olan Balci aspir çeşidinin, mikroçoğaltımı ve köklendirilmesi üzerine bazı sitokin (BAP ve Kin) ve oksinlerin (NAA ve IAA) etkisi incelenerek *in vitro* çoğaltım protokolünün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Başlangıç materyali olarak, *in vitro* koşullarda çimlendirilen olgun tohumlardan elde edilen steril fidelerin sürgün uçları kullanılmıştır. Sürgün uçları mikroçoğaltım için, BAP ve Kin'in farklı konsantrasyonlarının (0.0, 0.5, 1.0, 2.0 ve 4.0 mg/L) bulunduğu MS besi ortamında kültüre alınmıştır. Elde edilen sürgünler köklendirme aşamasında farklı NAA ve IAA (0.0, 0.5, 1.0 ve 2.0 mg/L) konsantrasyonlarını içeren MS besi ortamına transfer edilmiştir. BAP konsantrasyonları arasında en iyi sürgün çoğaltımı, eksplant başına 5.33 adet sürgün ile 0.5 mg/L BAP'lı ortamdan elde edilirken, Kin uygulamalarında ise 3.75 adet sürgün ile 0.5 mg/L Kin ve 3.33 adet sürgün ile 4.0 mg/L Kin içeren ortamdan elde edilmiştir. Ancak BAP uygulamalarının genelinde ve 4.0 mg/L Kin uygulamasında oluşan sürgünlerde vitrifikasyon olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, 0.5 mg/L Kin ile desteklenmiş MS besi ortamının Balci aspir çeşidinin *in vitro* sürgün çoğaltımı için en ideal ortam olduğu tespit edilmiştir. En iyi kök oluşumunun, eksplant başına 20 adet ile 2.0 mg/L NAA içeren ortamda kültüre alınan sürgünlerde olduğu saptanmıştır. Elde edilen köklü fideler torf – perlit karışımı içeren saksılara dikilerek toprağa adaptasyonu sağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Carthamus tinctorius* L., *in vitro*, Köklenme, Mikroçoğaltım

Effect of Auxin and Cytokinins on Micropropagation and Rooting of *in vitro* Shoot Tips of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cv. “Balci”

Abstract: The aim of this study was to investigate the effect of some cytokine (BAP and Kin) and auxins (NAA and IAA) on micropropagation and rooting of linoleic type cultivar Balci of safflower. As a starting material, shoot tips of sterile seedlings obtained from mature seeds germinated *in vitro* conditions was used. For shoot multiplication, shoot tips were cultured in MS medium supplemented with different concentrations of BAP and Kin (0.0, 0.5, 1.0, 2.0, and 4.0 mg L⁻¹). The obtained shoots were transferred to the MS medium containing different NAA and IAA (0.0, 0.5, 1.0, and 2.0 mg L⁻¹) concentrations for rooting. The best shoot multiplication was obtained from medium with 0.5 mg L⁻¹ BAP with 5.33 shoots per explant among BAP applications, while in the Kin applications 3.75 shoots were obtained from the media containing 4.0 mg L⁻¹ Kin and 0.5 mg L⁻¹ Kin with 3.33 shoots. However, it was determined that vitrification occurred in shoots formed at all of the BAP and 4.0 mg L⁻¹ Kin application. Therefore, it was determined that MS medium supplemented with 0.5 mg L⁻¹ Kin is the ideal medium for *in vitro* shoot propagation of Balci variety of safflower. It has been determined that the best root formation occurred in medium containing 2.0 mg L⁻¹ NAA with 20 roots to per explant. The obtained rooted seedlings were adapted to the soil by planting in pot containing a mixture of peat and perlite.

Keywords: *Carthamus tinctorius* L., *in vitro*, Rooting, Micropropagation

Giriş

Compositae familyasının bir türü olan aspir (*Carthamus tinctorius* L) yabancı döllen, bir yıllık yağ bitkisi olup hem beslenme hem de biyoyakıt üretiminde öne çıkan yağlı tohumlu bitkilerin başında yer almaktadır (Culpan 2015; Andırman 2011). Oleik asit ve insanlar için esansiyel olan linoleik asidi yüksek oranda içermesi nedeniyle aspir yağı beslenmede önemli bir yere sahiptir. Aspir tohumundan elde edilen yağ, yemeklik kullanımının yanı sıra sabun, boya, vernik ve cila üretiminde de kullanılmaktadır (Karaaslan ve Hakan 2007; Konar ve ark. 2010). Ülkemizde yıllardır kültürü yapılan aspir çeşitlerinin adaptasyon yetenekleri iyi olmakla birlikte, en önemli dezavantajları yağ oranı ve tohum veriminin düşük olmasıdır (Birben 2015). Yeni geliştirilmiş aspir çeşitleri olan Balci, Linas ve Olas çeşitlerinin yağ oranları artırılmış olsa da aspirin ekonomik olarak diğer yağ bitkileri (ayçiçeği ve kanola) ile rekabet edebilmesi için en az onlar kadar tohum verimi ve yağ oranı yüksek olan yeni aspir çeşitleri geliştirilmelidir (Kanar 2016). Aspir, gelecekte birim alandan yüksek tohum ve yağ verimi alınması, ekim alanlarının nadas bölgeleri ve geçit

bölgelerine kaydırılması ile önemli bir alternatif yağ bitkisi olabilecektir. Bunun için yeni çeşitlerle adaptasyon ve verimlilik çalışmalarına her zaman ihtiyaç vardır (Andırman 2011).

Günümüzde klasik ıslah çalışmalarına oranla daha kısa sürede sonuç vermesi bakımından bitki doku kültürleri, ıslah yöntemlerine yardımcı yöntemler olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Atalay ve ark. 2017). Bunun için, her tür veya genotip için ortam koşullarının belirlenmesine yönelik *in vitro* kültür çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte diğer kompozit bitki üyeleriyle karşılaştırıldığında, aspir bitkisinin mikroçoğaltılması oldukça zordur (Fan ve Guo 2013). Aspir bitkisi ile ilgili ilk doku kültürü çalışmaları George ve Rao tarafından Hint çeşitleri üzerinde 1982 yılında yapılmıştır. Daha sonra, bazı araştırmacılar tarafından, 27 Hint, 2 Amerikan, 1 Türk, 1 İran, 1 Çin ve 2 Avusturya çeşidi ile ilgili doku kültürü ve sürgün rejenerasyon protokolü rapor edilmiştir. Ancak genel olarak tüm çeşitlere uygulanabilen etkili bir bitki rejenerasyon protokolü hâlâ mevcut değildir (Fan ve Guo 2013). Bitki doku kültürü yoluyla mikroçoğaltım çalışmalarının, düşük frekansta olması ve çoğu aspir varyetesi için uygun etkili bir protokolün olmaması bu bitki ile ilgili yapılacak genetik modifikasyon çalışmalarının devamını ciddi şekilde kısıtlamaktadır. Son zamanlarda bilim adamları bu sorunu çözmek için farklı eksplant çeşidi, besi ortamı ve kültür koşullarını deneyerek bazı genotiplerde başarı oranını % 30'dan % 90'lara çıkarmayı başarmışlardır (Fan ve Guo 2013). Ülkemizde yetiştirilen yerli aspir çeşitlerinin *in vitro* kültürü ve sürgün çoğaltımı ile ilgili çok az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bunlarda sürgün çoğaltımı genellikle *in vitro* sürgünlerin çeşitli kısımları kullanılarak kallüsten sürgün rejenerasyonu elde etmeye yöneliktir (Başalma ve ark. 2007; Motamedi ve ark. 2011; Özdemir ve Türker 2014; Yaman 2014; Kaya 2017).

Bu çalışmada, 2011 yılında tescil edilen ve linoleik tipte olan Balcı aspir (*C. tinctorius* L.) çeşidinin olgun tohumlarından *in vitro* koşullarda elde edilen sürgün uçlarının çoğaltılması ve köklendirilmesi için optimum *in vitro* koşulların belirlenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışma Batman Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Biyoteknoloji Araştırma Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada, materyal olarak Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından 2011 yılında tescil edilen Balcı aspir (*C. tinctorius* L.) çeşidinin olgun tohumlarından *in vitro* koşullarda elde edilen steril fidelerin sürgün uçları kullanılmıştır. Bunun için olgun tohumlar musluk suyunda iyice yıkandıktan sonra % 70'lik alkolde 30 saniye bekletilerek ön sterilizasyona tabi tutulmuş ve ardından % 5'lik NaOCI solüsyonunda 60 dakika tutularak yüzey sterilizasyonu yapılmıştır. Daha sonraki aşamada, steril distile su ile 5 kez 5'er dakika çalkalanmak üzere NaOCI'den arındırılarak sterilizasyon işlemi tamamlanmıştır. Steril tohumlar, 30 g/L sakkaroz ve 5.458 g/L agar ile desteklenmiş hormonsuz 1/4 MS (Murashige ve Skoog 1962) besi ortamında kültüre alınarak, çimlendirilmiş ve elde edilen fidelerin sürgün uçları alt kültüre alınarak *in vitro* sürgünler elde edilmiştir.

Elde edilen *in vitro* sürgünler (4 haftalık), 6-benzil amino pürin (BAP) ve kinetinin (Kin) farklı konsantrasyonlarını (0.0, 0.5, 1.0, 2.0 ve 4.0 mg/L) içeren MS besi ortamının bulunduğu Magenta GA-7 kültür kaplarına ayrı ayrı kültüre alınarak mikroçoğaltım üzerine bitki büyüme düzenleyicilerinin etkisi test edilmiştir.

Çoğaltılan 1.5-2.0 cm uzunluğunda, kalın gövdeli sürgünler köklendirme amacıyla, Indol-3-asetik-asit (IAA) ve naftalen asetik asit (NAA)'in farklı konsantrasyonlarını (0.0, 0.5, 1.0 ve 2.0 mg/L) içeren 30 g/L sakkaroz ve 5.458 g agar ile desteklenmiş 1/1 MS besi ortamına inkübe edilmiştir. Uygulamaların tümü optimum koşulların sağlandığı büyüme odasında yapılmıştır. Büyüme odası; 30-60 µm/m²/s ışık şiddetine sahip civalı Flüoresan lambalar (400 w, MBFR/U, Thorn) ve ortam sıcaklığını 25±2°C de sabit tutan bir sıcaklık kontrol sistemi bulunmaktadır. Ayrıca büyüme odasının ışık periyodu 16 saat aydınlık 8 saat karanlık olacak biçimde ayarlanmıştır (3000-5000 lüks).

Tesadüfi parselleri deneme desenine göre rastgele seçilen örneklerden elde edilen verilerin analizi SPSS Paket programı (20.0) kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar varyans analizine tabi tutulduktan sonra, uygulama ortalamaları Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Örnek sayıları her parametre için (sürgün boyu, sürgün sayısı, kök boyu, kök sayısı) ayrı ayrı seçilerek (n=12) her bir testin güvenilirlik oranı % 95 (P ≤ 0.05) olarak belirlenmiştir.

Bulgular

Balcı Aspir (*C. tinctorius* L.) çeşidinin *in vitro* koşullarda steril fidelerinden elde edilen sürgün uçlarının mikroçoğaltımı üzerine farklı BAP (0.0, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0 mg/L) konsantrasyonlarının etkisinin incelendiği çalışmanın sonuçlarına ait veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Dört haftalık kültür periyodu sonunda, test edilen BAP konsantrasyonlarında, en iyi sürgün boyu 3.39 cm ile 2.0 mg/L BAP içeren ortamdan elde edilmiştir. Yeni sürgün oluşumunun besi ortamında kullanılan BAP konsantrasyonuna göre değiştiği ve istatistiki bakımından gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Uygulama grupları arasında en fazla yeni sürgün

oluşumuna, eksplant başına 5.33 adet ile 0.5 mg/L BAP konsantrasyonundan elde edilmiştir. Ancak oluşan sürgünlerin taban kısmında kallüs oluşumu ve yapraklarında vitrifikasyon (şeffaflaşma) görülmüştür.

Çizelge 1. *In vitro* sürgünlerin mikroçoğaltımı üzerine BAP konsantrasyonlarının etkisi

	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Sayısı (adet)
Kontrol	3.20±1.33 ^a	1.00±0.00 ^d
0.5 mg/LBAP	3.37±0.71 ^a	5.33±1.23 ^a
1.0 mg/LBAP	2.91±0.66 ^a	3.25±1.13 ^b
2.0 mg/LBAP	3.39±1.16 ^a	1.83±1.19 ^{cd}
4.0 mg/LBAP	2.74±0.87 ^a	2.83±2.20 ^{bc}

*P ≤0.05; Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; ± =12 materyalin ortalamasından elde edilen standart sapmayı ifade etmektedir.

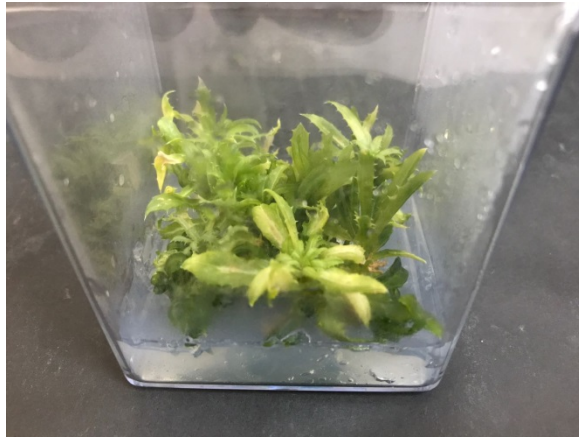
In vitro sürgünlerin mikroçoğaltılmasına Kin etkisi incelendiğinde, sürgün boyu bakımından 5.66 cm ile 0.5 mg/L Kin içeren besi ortamının en iyi sonucu verdiği ve bu sonucun diğer Kin uygulamalarından, istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Bununla birlikte yeni sürgün oluşumunun konsantrasyona göre değişkenlik gösterdiği ve istatistiksel olarak da uygulamalar arasında anlamlı farklılık olduğu görülmüştür (Çizelge 2). En iyi sürgün oluşumu eksplant başına 3.75 adet sürgün ile 4.0 mg/L Kin ve 3.33 adet sürgün ile 0.5 mg/Kin içeren ortamdan elde edilmiştir (Şekil 1). Ancak 4.0 mg/L Kin içeren ortamda oluşan sürgünlerin BAP uygulamalarında olduğu gibi büyük oranda vitrifiye olduğu ve dolayısıyla sürgün çoğaltımı için uygun olmadığı tespit edilmiştir.

Çizelge 2. *In vitro* sürgünlerin mikroçoğaltımı üzerine Kin konsantrasyonlarının etkisi

	Sürgün Boyu (cm)	Sürgün Sayısı (adet)
Kontrol	3.20±1.33 ^b	1.00±0.00 ^c
0.5 mg/L Kin	5.66±1.76 ^a	3.33±2.30 ^a
1.0 mg/L Kin	3.54±2.06 ^b	2.50±1.56 ^{ab}
2.0 mg/L Kin	3.37±1.82 ^b	1.33±0.65 ^{cb}
4.0 mg/L Kin	2.75±0.43 ^b	3.75±1.65 ^a

*P ≤0.05; Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir; ± = 12 materyalin ortalamasından elde edilen standart sapmayı ifade etmektedir.

B



Şekil 1. (A) 0.5 mg/L Kin (B) 0.5 mg/L BAP'lı besi ortamında sürgün rejenerasyonu.

Köklendirilme çalışmalarında, kültüre alınan sürgünlerin kontrol ve NAA uygulamalarında gelişmeye devam ettiği ve gruplar arasında sürgün boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte kontrol ve yüksek NAA (1.0 ve 2.0 mg/L) konsantrasyonlarında kök oluşumu görülürken, 0.5 mg/L NAA içeren ortamda köklenme gözlenmemiştir (Çizelge 3.). Tüm uygulamalarda en fazla kök oluşumu eksplant başına 20 adet ile 2.0 mg/L NAA içeren ortamda kültüre alınan sürgünlerden elde edilmiştir. Elde edilen bu sonuç istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Ayrıca oluşan köklerin uzunluğuna bakıldığında da kontrol ve 2.0 mg/L NAA içeren ortamın istatistiksel olarak birbirine benzer sonuç verdiği ve bunun diğer 2 gruptan anlamlı bir şekilde farklı olduğu belirlenmiştir.

IAA'nın köklenmeye etkisi incelendiğinde, gruplar arasında sürgün boyu bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmezken, kök oluşumu bakımından gruplar arasında anlamlı farklılıkların olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.). Tüm uygulamalarda en fazla kök oluşumu kontrol ve 2.0 mg/L IAA içeren ortamda kültüre alınan sürgünlerden elde edilmiş ve bu sonuç istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. 0.5 mg/L IAA içeren ortamda ise köklenme

gözlenmemiştir. Ayrıca oluşan köklerin uzunluğuna bakıldığında kontrol, 1.0 ve 2.0 mg/L IAA içeren ortamın istatistiksel olarak birbirine benzer sonuç verdiği belirlenmiştir.

Çizelge 3. *In vitro* sürgünlerin köklenmesine NAA'nın etkisi

	Sürgün Boyu (cm)	Kök Boyu (cm)	Kök Sayısı (adet)
Kontrol	3.43± 1.26 ^a	3.87± 1.13 ^a	3.50± 0.32 ^b
0.5 mg/L NAA	2.06 ± 0.17 ^a	0.00± 0.00 ^b	0.00 ± 0.00 ^b
1.0 mg/L NAA	2.21 ± 0.29 ^a	0.30± 2.18 ^b	0.87± 1.56 ^b
2.0 mg/L NAA	3.90 ± 1.99 ^a	2.60± 1.82 ^{ab}	20.00± 0.65 ^a

* P ≤0.05; Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir;
± = 12 materyalin ortalamasından elde edilen standart sapmayı ifade etmektedir.

Çizelge 4. *In vitro* sürgünlerin köklenmesine IAA'nın etkisi

	Sürgün Boyu (cm)	Kök Boyu (cm)	Kök Sayısı (adet)
Kontrol	3.43± 1.26 ^a	3.87± 1.13 ^a	3.50± 0.32 ^a
0.5 mg/L IAA	2.12 ± 0.35 ^a	0.00 ± 0.00 ^b	0.00 ± 0.00 ^b
1.0 mg/L IAA	3.12 ± 2.27 ^a	1.68 ± 0.67 ^{ab}	2.50± 1.75 ^b
2.0 mg/L IAA	4.0 ± 3.28 ^a	1.76 ± 1.22 ^{ab}	3.25 ± 1.30 ^a

* P ≤0.05; Aynı sütunda farklı harfi alan ortalamalar arasındaki farklılık önemlidir;
± = 12 materyalin ortalamasından elde edilen standart sapmayı ifade etmektedir.

Köklendirme çalışmalarında elde edilen, tam bir bitki konumuna gelen canlı ve sağlıklı köklü fideler, torf – perlit (2:1) karışımı içeren saksılara dikilerek toprağa adaptasyonu sağlanmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. *In vitro* koşullarda (A) köklendirilmiş (B) saksılara dikilmiş aspir fidesi

Tartışma ve Sonuç

Aspir bitkisi ile ilgili yapılan çalışmaların çoğunda sürgün rejenerasyonu ya direk tomurcuktan ya da kallüsten itibaren elde edilmiştir. Kullanılan eksplant kaynakları ise genellikle kotiledon, hipokotil, yaprak, kök, gövde, anter gibi bitki kısımları olmuştur (Fan ve Guo 2013). Ayrıca bazı araştırmacılar da, meristematik hücreler içermesi bakımından gövde ucu ile sürgün ucunun, sürgün ve kök gelişiminde en verimli eksplant olduğunu rapor etmişlerdir (Özgen ve ark. 1998; Özdemir ve Türker 2014). Çalışmamızda, Balcı aspir çeşidi ile yaptığımız sürgün çoğaltımı çalışmasında, eksplant kaynağı olarak olgun tohumlardan *in vitro* ortamda elde edilen sürgünleri kullanarak iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bitki doku kültürü çalışmalarında, Bitki Büyüme Düzenleyicilerinin besi ortamına ilave edilmesi adventif sürgün oluşumu üzerinde oldukça etkilidir (Mariashibu ve ark. 2013). Yaptığımız çalışmada sitokinin içermeyen kontrol grubunda yeni sürgün oluşumuna rastlamadığımız için besi ortamına mutlaka BBD ilave edilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Farklı aspir çeşitlerinde çalışan bazı araştırmacılar (Orlikowska ve Dyer 1993; Radhika ve ark. 2006; Başalma ve ark. 2007; Sujatha ve Dinesh 2007; Nikhil ve ark. 2014), TDZ-NAA kombinasyonlarının adventif sürgün rejenerasyonu için kullanılabilir bir protokol olabileceğini önermişlerdir. Motamedi ve ark. (2011) kotiledon, Ghasempour ve ark. (2014) ile Özdemir ve Türker (2014) olgun tohumların *in vitro* ortamda çimlendirerek elde ettikleri sürgün uçlarının çoğaltımında BAP-NAA kombinasyonunun sürgün rejenerasyonu için optimum olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırıcıların aksine yaptığımız çalışmada, Balcı aspir çeşidinin *in vitro* ortamda mikroçoğaltımı için 0.5 mg/L Kin ile desteklenmiş MS besi ortamının sürgün rejenerasyonu için optimum olduğu belirlenmiştir. Kaya (2017), Balcı aspir çeşidinin *in vitro* hızlı çoğaltımı için steril fidelerin nod, hipokotil ve kotiledon kısımlarını farklı hormon kombinasyonlarının bulunduğu MS ortamında kültüre alarak kallus oluşturmuştur. Elde edilen kallustan eksplant başına en çok sürgün sayısını 3,76 adet ile 0.5 mg/L Kin ve 8,33 adet ile 0.5 mg/L BAP x 0.5 mg/L NAA içeren MS ortamından elde ettiğini rapor etmiştir. Ancak gelişen sürgünlerin çoğunun vitrifiye olduğunu ve bu nedenle gelişemediğini bildirmiştir. Aynı aspir çeşidi ile yaptığımız çalışmada, BAP uygulamalarında araştırıcının belirttiği gibi vitrifiye sürgünlerin oluştuğu grlmştir. Ancak 0.5 mg/L Kin içeren MS besi ortamında vitrifiye olmayan köklenmeye elverişli sürgünler elde edilmiştir. Bu nedenle, Balcı aspir çeşidinin *in vitro* ortamda mikroçoğaltımı için en iyi ortamın 0.5 mg/L Kin ile desteklenmiş MS besi ortamı olduğu saptanmıştır.

Özdemir ve Türker (2014) ile Talat ve Anwar (2010), IBA içeren MS besi ortamına aktardıkları aspir sürgünlerinde köklenme gerçekleştirdiklerini bildirmişlerdir. Yaptığımız köklenme çalışmalarında, 2.0 mg/L NAA içeren MS besi ortamında kültüre alınan sürgünlerden eksplant başına 20 adet kök elde edilmiştir. Çalışmamızı destekler şekilde Prasad ve ark. (1991), Orlikowska ve Dyer (1993), Radhika ve ark. (2006), Yang ve ark. (2009) NAA içeren MS besi ortamına aktardıkları *in vitro* aspir sürgünlerinde köklenme elde ettiklerini bildirmişlerdir.

Sonuç olarak bu çalışmada, Balcı aspir (*C. tinctorius*) eşidinin *in vitro* sürgünlerin çoğaltılması ve kklenilmesi için ideal bir protokol oluşturulmuştur. Elde edilen köklü fidelerin toprağa aktarılması ve başarılı bir şekilde dış ortama adaptasyonu sağlanmıştır. *In vitro* kültür ortamında aspir bitkisi sürgünlerinin vitrifiye olması karşılaşılan en önemli sorunlardan biridir. Balcı aspir çeşidi ile ilgili yaptığımız bu çalışmada da gelişen sürgünlerin bir kısmında vitrifikasyon olduğu tespit edilmiştir. Bu olumsuzluğun bertaraf edilmesi için vitrifikasyonu engellemeye yönelik yeni çalışmalar yapılması faydalı olacaktır.

Teşekkürler

Bu alışma birinci yazarın Batman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim dalında yürütülen Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

Kaynaklar

- Andırman M (2011). Van Ekolojik Koşullarında Farklı Ekim Zamanı Uygulamalarının Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) eşitlerinde Verim ve Verim gelerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 85s., Van.
- Atalay E, Erkoyuncu MT, Erişen S, Yorgancılar M (2017). Endemik *Astragalus trojanus* Stev'in Nodal Kültür ile Mikroçoğaltımı. YYÜ TAR BİL DERG (YYU J AGR SCI), 27(2): 268-275.
- Başalma D, Uranbey S, Mirici S, Kolsarıci  (2007). TDZ x IBA induced shoot regeneration from cotyledonary leaves and *in vitro* multiplication in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). African Journal of Biotechnology, 8: 960–966.
- Birben F (2015). Doğal Vejetasyondan Seçilen Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Hatlarında Verim, Kalite ve Bazı Bitkisel zelliklerin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 63 s., Konya.
- Culpan E (2015). Gibberellik Asit ve Salisilik Asit Uygulamalarının Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in Tohum Verimi ve Kalite zelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 58 s., Tekirdağ.
- Fan L, Guo M (2013). Progress of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Regeneration through Tissue Culture. Journal of Medical Colleges of Pl. 289-301.
- George, L., Rao, P. S., 1982, *In vitro* multiplication of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) through tissue culture [J]. *Proc Indian Natn Sci Acad*, B48:791-794.
- Ghasempour HR, Soheilikhah Zh, Zeberjadi AR, Ghasempour S, Karimi N (2014). *In vitro* Micropropagation, Callus Induction and Shoot Regeneration in Safflower L. cv. Lesaf. Iranian Journal of Plant Physiology. 4 (2): 999-1004.
- Kanar Y (2016). Kahramanmaraş Koşullarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius*) eşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 56 s., Kahramanmaraş.
- Karaaslan D, Hakan M (2007). Diyarbakır Koşullarında Aspir için En Uygun Yazlık Ekim Zamanının Ve eşitlerinin Belirlenmesi. Türkiye VII. Tarla Bitkileri Kongresi. 665-668. Erzurum.
- Kaya ř (2017). Aspir (*Carthamus Tinctorius* L.) Bitkisi Balcı eşidinin Doku Kültürüyle *In Vitro* oğaltımı. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Moleküler Biyoloji ve Genetik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 59 s., İstanbul.

- Konar V, Aşkın Y, Türkoğlu İ (2010). Yabani Aspir (*Carthamus persicus* Wild) Bitkisinin Yağ Asidi Bileşiminin İncelenmesi. Fırat Üniv. Fen Bilimleri Dergisi, 22: 29-36.
- Mariashibu TS, Anbazhagan VR, Jiang SY, Ganapathi A, Ramachandan S (2013). In vitro regeneration and genetic transformation of soybean, edited by James E. Board, published: January 2.
- Motamedi J, Zebarjadi A, Kahrizi D, Salmanian AH (2011). In vitro propagation and Agrobacterium-mediated transformation of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) using a bacterial mutated aroA gene [J]. Australian J Crop Science. 5:479-486.
- Murashige T, Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tabacco tissue cultures. Physiol. Plantarum. 15: 473-497.
- Nikhil M, Dudhare MS, Jadhav PV, Moharil MP, Deshmukh AS (2014). İn Vitro Shoot Regeneration and Plantlet Development In Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). The Bioscan. 9(2): 551-555.
- Orlikowska TK, Dyer WE (1993). In vitro regeneration and multiplication of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Plant Science. 93: 151-157.
- Özdemir F, Türker M (2014). Effect of Different Combinations of BAP and NAA in vitro Propagation of Wild Safflower (*Carthamus persicus* Wild). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi. 24 (1): 30-35.
- Özgen M, Özcan S, Sevimay CS, Sancak C, Yıldız M (1998). High frequency adventitious shoot regeneration in sainfoin. Plant Cell Tissue and Organ Culture. 42: 205-208.
- Öztürk Ö (1994). Konya Ekolojik Şartlarında Bazı Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) Çeşitlerinde Verim ve Verim Unsurlarının Tespiti. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. 69.s., Konya.
- Prasad BR, Khadeer MA, Seeta P, Anwar S Y (1991). İn vitro induction of androgenic haploids in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) [J]. Plant Cell Rep. 10:48-51.
- Radhika K, Sujatha M, Nageshwar RT (2006). Thidiazuron stimulates adventitious shoot regeneration in different safflower explants. Biologia Plantarum. 50: 174-179.
- Sujatha M, Dinesh KV (2007). In vitro bud regeneration of *Carthamus tinctorius* and wild *Carthamus* species from leaf explants and axillary buds. Biologia Plantarum. 51: 782-786.
- Talat K, Anwar SY (2010). High frequency somatic embryogenesis and plantlet regeneration via somaticembryos in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Biosciences Biotechnology Research Asia. 7: 239-249.
- Yang J, Xiong L, Li T (2009). The Effect of Phytohormones on safflower regeneration plant [J]. J Chinese Med Mater. 32: 1335-1338.
- Yaman H (2014). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çeşitlerine uygulanan farklı dozda gama ışınının ml ve m2 bitkilerinin bazı tarımsal özellikleri ve in vitro adventif sürgün rejenerasyonu üzerine etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı. Doktora Tezi. 329 s., Ankara.