

Cennet Bambusu (*Nandina domestica* Thunb.) ‘Seika’ Çeşidinin *in vitro* Çoğaltımı ve Köklendirilmesi

Ebru AKYÜZ ÇAĞDAŞ^{1*}, Mehmet POLAT², Okan SARITOPRAK³, Hakan AKTAŞ⁴, İlknur ESKİMEZ⁵

¹Has Biotech Araştırma Geliştirme Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Antalya; ORCID: 0000-0003-1630-807X

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta; ORCID: 0000-0002-2415-4229

³Has Biotech Araştırma Geliştirme Tarım Sanayi ve Ticaret A.Ş., Antalya; ORCID: 0009-0005-8106-8799

⁴Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta; ORCID: 0000-0001-8280-5758

⁵Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Isparta; ORCID: 0000-0003-4443-505X
Gönderilme Tarihi: 15 Eylül 2024 Kabul Tarihi: 28 Kasım 2024

ÖZ

Cennet bambusu adıyla bilinmekte olan *Nandina domestica*, anavatanı Asya olan, özellikle Japonya, Çin ve Hindistan’a özgü olan ılıman iklimlerde daha iyi yetişen bir bitki türüdür. Yeşilden kırmızıya dönen renkli yapraklarıyla bahçelerde ve peyzaj düzenlemelerinde dekoratif bir öge olarak kullanılmaya başlanan süs bitkisidir. Gittikçe popüler olmaya başlayan bu bitkinin üretimindeki düşük çoğalma, çelik ile köklenmede karşılaşılan zorluklar nedeniyle doku kültürü avantajlarından yararlanarak çoğaltım ve köklendirme protokolü oluşturulması amaçlanmıştır. Bu amaçla *in vitro* ortamda steril edilen sürgün parçaları (eksplantlar) WPM ve MS temel besin ortamlarında kültüre alınmıştır. En iyi kardeşlenme oranı MS 1.5 mg/l BAP, 0.1 mg/l NAA, %3 sakaroz, pH:5.7 ortamında elde edilmiştir. En yüksek köklenme ise ½ MS 0.5 mg/l IBA, 1 mg/l NAA, 0.2 g/l AC, %2 sakaroz, pH:5.7 olan ortamda elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Cennet bambusu, *in vitro*, *Nandina*, *Nandina domestica* ‘Seika’

In vitro Propagation and Rooting of Heavenly Bamboo (*Nandina domestica* Thunb.) ‘Seika’ Variety

ABSTRACT

Nandina domestica, also known as heavenly bamboo, is a plant species that grows better in temperate climates, especially in Japan, China and India, and is native to Asia. It is an ornamental plant that has begun to be used as a decorative element in gardens and landscape arrangements with its colorful leaves that turn from green to red. Due to the low reproduction in the production of this increasingly popular plant and the difficulties encountered in rooting with cuttings, it was aimed to establish a reproduction and routing protocol by utilizing the advantages of tissue culture. For this purpose, shoot fragments (explants) sterilized *in vitro* were cultured in WPM and MS basic nutrient media. The best multiplication was obtained in MS 1.5 mg/l BAP, 0.1 mg/l NAA, 3% sucrose, pH:5.7. The highest rooting was obtained in ½ MS 0.5 mg/l IBA, 1 mg/l NAA, 0.2 g/l AC, 2% sucrose, pH:5.7.

Keywords: Heavenly bamboo, *in vitro*, *Nandina*, *Nandina domestica* ‘Seika’

GİRİŞ

Nandina domestica Thunb. bitkiler âleminin, *Angiospermae* şubesinin, *Magnoliopsida* sınıfının, *Ranunculales* takımının, *Berberidaceae* familyasının *Nandina* cinsinin tek türüdür [1]. Doğal yayılış alanı Çin’in Kuzey-Orta, Güney-Orta ve Güneydoğu’su olmakla birlikte; Alabama, Arkansas, Assam, Caroline Adası, Florida, Gürcistan, İtalya, Japonya, Kore, Louisiana, Maryland, Yeni Güney Galler, Kuzey ve Güney Carolina, Tennessee, Texas’ta da egzotik bitki olarak yetişmektedir [2].

Yaprakları 3’lü yaprakçıklardan oluştuğu ve bu yaprakçıklarının bambu yaprağına benzemesi nedeni ile Cennet Bambusu denilmektedir. Yeni açan

yaprakları bronz pembe renkte, ilkbaharda parlak pembe ve kırmızı renkte olup yaz aylarında yeşilin tonlarındaki renklere dönmekte; sonbaharda ise tekrar kırmızı renge dönen yapraklar kış aylarında koyu kırmızıdan mora kadar renk değiştirebilmektedir. Bu özelliği ile bahçelerde uzun süreli bir renk cümbüşü oluşturmaktadır. *Nandina* beyaz çiçek topları şeklinde olan çiçek tomurcukları çiçeklenmekte ve aylarca bitki üzerinde kalan parlak kırmızı, kirazimsi salkım şeklinde taneli meyveler şeklinde durabilmektedir. Gölge ya da güneş, her durumda yetişebilirler. Hemen bütün topraklarda uyum sağlamakta fakat alkali topraklarda demir eksikliğinden dolayı sararmalar görülebilmektedir [3]. Güney (ılıman) bahçelerinde yaygın olarak

*Sorumlu yazar / Corresponding author: ebruakyuz88@gmail.com

kullanılan cennet bambusu kompakt büyüme yapısı ve geniş yapraklı yaprak dökmeyen yaprakları ile en çok tercih edilen türlerden biridir. Doğada rizomludur ve yerden baston tipi sürgünler oluşturarak zeminde, yoğun bir tümsek görüntüsü oluşturur [4]. Cennet bambusu (*Nandina domestica*) az sayıda bazal veya yanıl sürgün geliştirmekte ve derin budamaya kolayca yanıt vermemektedir. Bu özellikler genellikle çoğaltımı kısıtlamakta, pazarlanabilir bir aşamaya ulaşmak için üretim süresini de uzatmaktadır [5].

Yaprak dökmeyen, düzenli bakım gerektirmeyen, budamaya toleransı, hastalıklara karşı direnci ve tam güneşten gölgeye ve nemli-kuru topraklarda yetişme kabiliyeti, rakım toleransı yüksek ve gövdesi odunlaştığında donmaya karşı son derece dayanıklı olması ve özellikle mevsimsel olarak yapraklarında renk değişim özellikleriyle peyzajda tercih edilmektedir [6-10]. Cennet bambusu Amerika Birleşik Devletleri'ne 1804 yılında süs bitkisi olarak getirilmiş olan cennet bambusu özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nin güneydoğusundaki en popüler peyzaj bitkilerinden biridir [5, 11]. İç yapraklı ve bodur bitkiler de dahil olmak üzere 40'tan fazla farklı çeşidi Amerika Birleşik Devletleri'nde ticari olarak mevcuttur. Cennet bambusunun ayrıca iç mekân havasını iyileştirme potansiyeline sahip olduğu ve test edilen 20 Kore yerli bitkisi arasında formaldehit gibi uçucu organik bileşiklerin giderilmesinde etkili olduğu bildirilmiştir [12, 13].

Peyzaj alanındaki pozitif özelliklerinin yanında cennet bambusu aynı zamanda ilaç sektöründe de yaygın olarak kullanılmaktadır. Meyvelerinin astım, boğmaca, frengi, farens tümörü ve uterus kanamalarını tedavi amaçlı olarak Çin ve Japonya'da eskiden beri kullanıldığı bilinmektedir [6, 7, 9, 14].

N.domestica'nın bazı çeşitlerinin tohum oluşturmadığı, tohumlarının çimlenmesinin 9 ila 12 ay sürdüğü, sürgünlerinden çoğaltma aşamasında ise çoğaltma katsayısının oldukça düşük olması nedeniyle tohumla ve çelikle üretimi oldukça zordur. Cennet bambusunu çoğaltmak için genellikle büyüyen çelikler gibi vejetatif çoğaltma yöntemleri kullanılsa da köklenme yavaş olmakta ve gövdeler bir kış geçirdiğinde köklenmeleri daha zor hale gelmektedir [15]. Tohumla çoğaltmanın seri üretim avantajları olmasına rağmen, cennet bambusu tohumlarının çimlenmesinin çok yavaş olduğu bilinmektedir ve tohum çimlenmesi için optimum koşullar iyi anlaşılmamıştır [15, 16].

Nandina cinsi ile yapılan doku kültürü çalışmaları sınırlı ve az sayıdadır. Smith [17], *N.domestica*'nın *in vitro* üretimini 1.00 mg/L BA ve 0.10 mg/L NAA bitki büyüme düzenleticileri ile desteklenmiş Modifiye Gamborg B5 ortamının bazal tuzları ile sakaroz, aktif karbon (AC) ve agar bulunan ortamda

gerçekleştirmiştir. 6-8 haftalık alt kültür sonrası AC içeren ve içermeyen arasında fark olmadığını, aynı büyüme performansını gösterdiğini bildirmiştir. Elde edilen bitkicikler AC içeren 1/3 MS ortamında köklendirmiştir. Wang vd. [18], *N.domestica*'nın doku kültüründe üretimi konusunda yaptıkları çalışmada en uygun çoğaltma ortamın MS basal ortamına 1.50 mg/L BA ve 0.10 mg/L IBA eklenmesi ile elde edildiğini bildirmişlerdir. Çoğalma katsayısı ise 7.3 olarak hesaplanmıştır. 0.25 mg/L BA içeren MS ortamında ise genç dalların 3 cm uzunluğuna ulaştığını gözlemlemişlerdir. Bitkiciklerin köklendirilmesi ise 0.25 mg/L IBA, 0.10 mg/L NAA ve 0.20 g/L aktif karbon içeren 1/2 MS ortamında %87 olarak belirlenmiştir. Babalı [3], *Nandina domestica*'nın mikroçoğaltımı amacıyla MS ve DKW besi ortamları ile MS-Mod ve DKW-Mod besi ortamlarını kullanmıştır. Besi ortamı denemelerinde *N. domestica* çoğaltımı için en uygun ortamın eksplant başına sürgün sayısı 2.96 adet ile 1.00 mg/L BAP ve 0.01 mg/L IBA içeren MS-Mod besi ortamı olduğunu bildirmiştir.

Çalışmamızda cennet bambusunun üretimindeki sıkıntıları giderme amacıyla doku kültürü tekniklerinden yararlanılarak çoğaltılması ve köklendirilmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Çalışmada materyal olarak adına doğru olarak temin edilen *Nandina domestica* türünün 'Seika' çeşidi kullanılmıştır. Bitkiden alınan sürgünler eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır.

Metot

Cennet bambusu sürgünlerinin *in vitro* eksplant kaynağı olarak kullanılması, rejenerasyon sağlanması amacıyla öncelikle en etkili sterilizasyon yöntemi belirlenmiştir (Çizelge 1).

Sterilizasyon işlemleri laminar akışlı kabinlerde gerçekleştirilmiş, ardından eksplantlar üç tekerrürlü olarak, her tekerrürde 10'ar eksplant olacak şekilde Çizelge 2'de belirtilen besin ortamlarına yerleştirilmişlerdir. Tüm besin ortamlarının sakaroz içeriği 30 g.l⁻¹ ve agar içeriği 7 g.l⁻¹ ve pH'ı 5.7 olarak ayarlanmıştır. Kavanozlar 24±1°C sıcaklıkta ve 16/8 saat aydınlık / karanlık koşullara sahip iklim odasında tutulmuştur.

Kırk günde bir alt kültür işlemi yapılarak kardeşlenme sayıları not edilmiş, bu işlem 3. alt kültüre kadar devam edilmiştir. Çoğaltım katsayıları belirlenen bitkicikler belirlenen kök ortamlarına (Çizelge 3) 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitkicik olacak şekilde alınmıştır. Tüm besin ortamlarının

sakaroz içeriği 20 g.l⁻¹, agar içeriği 7 g.l⁻¹ ve pH'ı 5.7 olarak ayarlanmıştır. Kavanozlar 24±1°C sıcaklıkta ve 16/8 saat aydınlık / karanlık koşullara sahip iklim odasında tutulmuştur. Kavanozlar 10 gün karartma uygulamasının ardından 40 gün daha 24±1°C sıcaklıkta ve 16/8 saat aydınlık / karanlık koşullarına sahip iklim odasında tutulmuşlardır.

Çizelge 1. Sürgünlerden hazırlanan eksplantların sterilizasyonunda kullanılan yöntemler

| | |
|----|---|
| S1 | Çeşme suyunda yıkama, %70 EtOH 1 dk, steril saf su ile 3 kez durulama, 1-2 damla Tween 20 içeren %20'lik NaOCl çözeltisinde (ACE) 20 dk, steril saf su ile 3 kez durulama |
| S2 | Çeşme suyunda yıkama, steril saf su ile 3 kez durulama, %5 fungusit (aktor) ile 2 dk çalkalama, steril saf su ile 3 kez durulama, %70 EtOH 1 dk, steril saf su ile 3 kez durulama, 1-2 damla Tween 20 içeren %30'luk NaOCl çözeltisinde (ACE) 20 dk, steril saf su ile 3 kez durulama |
| S3 | Çeşme suyunda yıkama, %5 fungusit (aktor) ile 5 dk çalkalama, steril saf su ile 3 kez durulama, %70 EtOH 1 dk, steril saf su ile 3 kez durulama, 1-2 damla Tween 20 içeren %30'luk NaOCl çözeltisinde (ACE) 30 dk, steril saf su ile 3 kez durulama |

Çizelge 2. Sürgün çoğaltımını sağlamak amacıyla kullanılan besin ortam içerikleri

| Besin Ortamı Kodu | Besin Ortamı İçeriği |
|-------------------|---|
| N1 | MS 1.5 mg.l ⁻¹ BAP 0.1 mg.l ⁻¹ NAA pH:5.7 |
| N2 | WPM 1.5 mg.l ⁻¹ BAP 0.1 mg.l ⁻¹ NAA pH:5.7 |
| N1+AC | MS 1.5 mg.l ⁻¹ BAP 0.1 mg.l ⁻¹ NAA 1.5 g.l ⁻¹ AC pH:5.7 |
| N2+AC | WPM 1.5 mg.l ⁻¹ BAP 0.1 mg.l ⁻¹ NAA 1.5 g.l ⁻¹ AC pH:5.7 |

Çizelge 3. Bitkiciklerin köklendirilmesi amacıyla kullanılan besin ortamı içerikleri

| Besin Ortamı Kodu | Besin Ortamı İçeriği |
|-------------------|---|
| KÖK 1 | 1/2 MS 0.5 mg.l ⁻¹ IBA 0.2 g.l ⁻¹ AC |
| KÖK 2 | 1/2 MS 1 mg.l ⁻¹ NAA 0.2 g.l ⁻¹ AC |
| KÖK 3 | 1/2 MS 0.5 mg.l ⁻¹ IBA 1 mg.l ⁻¹ NAA 0.2 g.l ⁻¹ AC |

Köklendirme sonucunda köklenme verileri alınarak paperpota alma işlemine geçilerek bitkiciklerin dış koşullara alıştırma işlemi yapılmıştır. Bitkicikler dış koşullara alıştırıldıktan sonra kontrollü seralarda bakımına devam edilerek büyümleri sağlanmıştır. 1 ay içerisinde de bitkicikler ve kök sistemi gelişerek potun çevresini sarmıştır.

İstatistiksel Analiz

Üçüncü alt kültüre kadar çoğaltma işlemi gerçekleştirilen, ardından köklendirme ortamına alınan bitkiciklere ait veriler MINITAB 18.0 istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine (P<0.05) tabi tutulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Doku kültürünün ilk ve önemli aşamalarından biri rejenerasyon amacıyla kullanılacak bitki materyali (sürgün, yaprak, kök vb.) için en etkili sterilizasyon yönteminin belirlenmesidir. Bu çalışmada *in vitro*

kültüre alınacak olan sürgün parçalarının sterilizasyonu amacıyla 3 yöntem denenmiştir. Denenen yöntemlerden S3, %20 oranında kontaminasyon yüzdesine sahip olarak diğer yöntemlere göre en etkili yöntem olarak belirlenmiştir. S1 ve S2 yöntemlerinin kontaminasyon yüzdeleri sırasıyla %95 ve %47 olarak belirlenmiştir. Babalı [3] yaptığı tez çalışmasında, bitkinin uç meristem kısmından aldığı eksplantları akan çeşme suyu altında 20 dk ardında antifungal solüsyonda 10 dk yıkamaya ve %20'lik ticari sodyum hipoklorit ile 15 dk sterilizasyona tabii tutuktan sonra 3 defa 5'er dk steril saf su ile yıkamıştır. Fungusit ile muamele etmenin sterilizasyondaki olumlu etkisi Babalı [3]'ün yaptığı tez çalışmasında ve bu çalışmada yaptığımız 3 sterilizasyon yönteminde (S1, S2, S3)'de açıkça görülmektedir. Çizelge 4'te çalışmada denenen sterilizasyon yöntemlerinin kontaminasyon oranları verilmiştir.

Çalışmamızda çoğaltım amacıyla 2 farklı besin ortam kombinasyonu, bunların AC içeren ortamları olmak üzere 4 besin ortamı kullanılmıştır. En iyi çoğalma oranı MS 1.5 mg/l BAP, 0.1 mg/l NAA, %3 sakaroz ve pH:5.7 ortamında elde edilmiştir. Şekil 1'de ilk kültüre alma, çoğaltma ve köklendirme aşamalarına ait görüntülere yer verilmiştir.

Çizelge 4. Sürgün eksplantlarının sterilizasyonu sonucu kontaminasyon oranları

| Sterilizasyon Yöntemi | Kontaminasyon Oranı (%) |
|-----------------------|-------------------------|
| S1 | 95 |
| S2 | 47 |
| S3 | 20 |



Şekil 1. Cennet bambusunun ilk kültüre alma, çoğaltma ve köklendirme aşamaları (soldan sağa)

Alt kültür × ortam interaksyonunu önemli bulunmuş, en iyi besin ortam kombinasyonu N1, en iyi alt kültür ise 3. alt kültür olarak belirlenmiştir.

Çalışmada AC'nin bitki gelişimine olumlu etki yaptığı görüldü de çoğalma ve kardeşlenme sayısına pek etkisi olmamıştır. Hatta AC eksplantların çoğaltma ortamında olmasına rağmen bile köklenmelerine neden olmuştur. Smith [17], *N.domestica*'nın *in vitro* üretiminde 6-8 haftalık alt kültür sonrası AC içeren ve içermeyen arasında fark olmadığını, aynı büyüme performansını gösterdiğini bildirmiştir. Bu sonuçlarla beraber AC'nin köklenme üzerine olumlu etkilerinin olacağı düşünülmüştür. Nitekim kök ortamlarını 0.2 g.l⁻¹ AC ile desteklemek kök gelişimini pozitif yönde etkilemiştir.

Çizelge 5. Ortamlar ve alt kültürlerin çoğaltma sayısı bakımından karşılaştırılması

| Ortam | Alt Kültür | | |
|------------|--------------|--------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 |
| N1 (ÖD) | 3,36±0,86 | 3,87±0,76 | 4,00±0,82 |
| N2 | 1,67±0,11 ab | 1,90±0,10 ab | 2,10±0,10 a |
| N1+AC | 1,50±0,10 a | 1,60±0,10 ab | 1,80±0,10 b |
| N2+AC (ÖD) | 1,33±0,06 | 1,50±0,10 | 1,60±0,20 |

*Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar istatistik olarak önemlidir (p<0.05) Ö.D. Önemli değil

Çizelge 6. Köklendirme ortamındaki bitkiciklerin köklenme oranları

| Besin Ortamı Kodu | Köklenme Oranı (%) |
|-------------------|--------------------|
| KÖK 1 | 49.5 |
| KÖK 2 | 59.0 |
| KÖK 3 | 74.0 |

En yüksek köklenme ½ MS 0.5 mg/l IBA, 1 mg/l NAA, 0.2 g/l AC, %2 sakaroz ve pH:5.7 olan ortamda 045.

SONUÇ

Çalışma kapsamında ülkemizde popülaritesi artmakta olan Cennet bambusunun doku kültüründe hızlı çoğaltımına yönelik sterilizasyon, çoğaltım ve köklendirme protokolünün oluşturulması hedeflenmiştir. Hızlı çoğaltım protokolü geliştirilen bu bitkinin vejetatif ve tohumla çoğaltımında karşılaşılan zorlukların, gelişimindeki sürenin uzun olması gibi sıkıntıların da üstesinden gelinmesi hedeflenmiştir. Yapılan çalışma sonucunda S3 sterilizasyon yönteminin; çoğaltım aşamasında ise N1, köklenmede ise KÖK 3 besin ortam ve kombinasyonunun en etkili olduğu belirlenmiştir. Doku kültürü ile yapılan çalışmaların çok az olduğu bu bitki çeşidinde yaptığımız bu çalışmanın öncü bir çalışma niteliğinde olduğu, çoğaltım katsayısının ve köklenme oranının yapılacak denemelerle artırılabilceği unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

1. Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E. 2008. Tohumlu Bitkiler Sistematigi.

- Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitaplar Serisi No:116, İzmir.
- https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:107544-1.
 - Babalı, N. 2020. *Nandina domestica* (cennet bambusu) ve *Loropetalum chinense* (Çin püskülü) türlerinin mikroçoğaltım çalışmaları. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
 - Keever, G.J., Findley, D.A. 2002. Thidiazuron increases shoot formation in nandina. Journal of Environmental Horticulture 20(1):24-28.
 - Dirr, M.A. 1990. Manual of woody landscape plants: their identification, ornamental characteristics, culture, propagation and uses. No.Ed.4, pp.1007.
 - Indra, B., Tadano, T., Nakagawasai, O., Arai, Y., Yasuhara, H., Ohizumi, Y., Kisara, K. 2002. Suppressive effect of nantenine, isolated from *Nandina domestica* Thunberg. on the 5-hydroxy-L-tryptophan plus clorgyline-induced head-twitch response in mice. Life Sciences 70:2647-2656.
 - Iwasa, K., Takashi, T., Nishiyama, Y., Moriyasu, M., Sugiura, M., Takeuchi, A., Tode, C., Tokuda, H., Takeda, K. 2008. Online structural elucidation of alkaloids and other constituents in crude extracts and cultured cells of *Nandina domestica* by combination of LC-MS/MS, LC-NMR and LC-CD analyses. J. Nat. Prod. 71:1376-1385.
 - Junsheng, Y., Boufford, D.E., Brach, A.R. 2019. Flora of China. In: 1. *Nandina* Thunberg, China.
 - Seo, S.J., Shim, K.B., Kim, N.W. 2011. Antioxidative effects of solvent fractions from *Nandina domestica* fruits. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40(10):1371-1377.
 - Bajpai, V.K., Rahman, A., Kang, S.C. 2008. Chemical composition and inhibitory parameters of essential oil and extracts of *Nandina domestica* Thunb. to control food-borne pathogenic and spoilage bacteria. International Journal of Food Microbiology 125:117-122.
 - Coats, A.M., Creech, J.L. 1992. Garden shrubs and their histories (No Title).
 - Kim, K.J., Jeong, M.I., Lee, D.W., Song, J.S., Kim, H.D., Yoo, E.H., ... & Kim, H.H. 2010. Variation in formaldehyde removal efficiency among indoor plant species. HortScience, 45(10):1489-1495.
 - Rhie, Y.H., Kim, J., Lee, S.Y., Kim, K.S. 2016. Non-deep simple morphophysiological dormancy in seeds of heavenly bamboo (*Nandina domestica* Thunb.). Scientia Horticulturae, 210, 180-187.
 - Peng, C.Y., Liu, J.Q., Zhang, R., Shu, J.C. 2014. A new alkaloid from the fruit of *Nandina domestica* Thunb. Natural Product Research, 28(15):1159-1164.

15. Jull, L.G., Blazich, F.A. 2008. *Nandina domestica* Thunb. the woody plant seed manual. USDA Forest Service, Washington, DC, 740-742.
16. Ozudogru, A., Silva, D.P.C., Kaya, E., Dradi, G., Paiva, R., Lambardi, M. 2013. *In vitro* Conservation and cryopreservation of *Nandina domestica*, an outdoor ornamental shrub. Not Bot Horti Agrobo 41(2):638-645.
17. Smith, R.H. 1983. *In vitro* propagation of *Nandina domestica*.
18. Wang, C., Zhang, J., Fan, W., Wang, Y., Fang, H. 2011. A study on tissue culture of *Nandina domestica*. China Forestry Science and Technology.