

Araştırma Makalesi/Research Article (Original Paper)

***Crambe maritima* L. Hipokotilinden *In Vitro* Mikroüretim**

Fethi Ahmet ÖZDEMİR^{1*}, Mehmet Uğur YILDIRIM²

¹Bingöl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, 12000, Bingöl

²Uşak Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 64200, Uşak

*e- posta: ozdemirfethiahmet23@yahoo.com

Özet: *Crambe maritima* sebze olarak yenilebilme potansiyeli olan, unutulmuş ve keşfedilmemiş yabancı bir tarla bitkisidir. Doğal yaşam alanı kuzey Avrupa ve Karadeniz'in çakıllı plajlarıdır. Bu çalışmada, *in vitro*'da üretilen bitkilerden izole edilen hipokotil eksplantlarının kullanımıyla *Crambe maritima* L.'nin mikro üretilimi raporlanmaktadır. Hipokotil eksplantları, 0.50, 1.0, 2.0 mg/L BAP ve 0.0, 0.25, 0.50 mg/L NAA'nın 9 farklı kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır. Maksimum ortalama kallus oluşum yüzdesi 0.50 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında, maksimum ortalama rejenerasyon sürgün yüzdesi 2.0 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında, maksimum eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı 1.0 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında, maksimum ortalama sürgün uzunluğu 2.0 mg/L BAP içeren MS besin ortamında kaydedilmiştir. Mikroüretim ile iyi gelişen sürgünler 1.0 mg/L NAA içeren MS besin ortamında köklendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: *Crambe maritima*, Mikroüretim, Hipokotil

***In Vitro* Micropropagation from Hypocotyl of *Crambe maritima* L.**

Abstract: *Crambe maritima* is a forgotten and wild plants and has an undiscovered potential as a field vegetable. Its natural habitat is gravel beaches in northern Europe and the Black Sea. In this study, micropropagation of *Crambe maritima* using hypocotyl explants isolated from *in vitro* regenerated plantlets has been reported. The hypocotyl explants were cultured on MS medium containing 9 different combinations of 0.50, 1.0, 2.0 mg L⁻¹ BAP and 0.0, 0.25, 0.50 mg L⁻¹ NAA. While the percentage of maximum mean callus regeneration was obtained from MS medium containing 0.50 mg L⁻¹ BAP + 0.50 mg L⁻¹ NAA, maximum mean shoot regeneration was reported in MS medium containing 2.0 mg L⁻¹ BAP + 0.25 mg L⁻¹ NAA. The percentage of maximum mean number of shoot per explant and maximum mean number of shoot length were obtained from MS medium containing 1.0 mg L⁻¹ BAP + 0.50 mg L⁻¹ NAA and MS medium containing 2.0 mg L⁻¹ BAP, respectively. Micropropagated shoots were rooted on MS medium containing 1.0 mg L⁻¹ NAA.

Keywords: *Crambe maritima*, Micropropagation, Hypocotyl

Giriş

Dünya üzerinde üretilen yağların yaklaşık olarak %80'i gıda sektöründe kullanılırken, %20'si ise hayvan besleme ve endüstri sektöründe kullanılmaktadır. Dünyada bir yılda 94 milyon ton yağ ve yağ asidi üretiminin %14'ü yağ endüstrisinde bitkisel yağlar, deterjanlar, temizlik maddeleri, sabunlar, cilt kremleri, yüzey kaplayıcıları, kozmetik, şampuan, reçine, köpük, mürekkep gibi birçok endüstriyel ürünün üretimi için kullanılmaktadır (Çömlekçioğlu 2005). Ülkemizde endüstriyel olarak zeytin, ayçiçeği, mısır, fındık, soya ve pamuktan yağ üretilmekte olup; yağ verimi yüksek ve erusik asit düzeyi %2' nin altında olduğundan, yemeklik yağ olarak kullanılması uygun olan kanola (*Brassica napus* ve *Brassica rapa*'dan üretilen hibrit bir tür) bitkisinin tarımının yapılması da Tarım Bakanlığı'na onaylanmıştır. Türkiye'de yağlı tohum üretimi yeterli durumda değilken (Kalender 2002), dünya tarımında tam tersi bir durum yaşanmaktadır. Geleneksel tarım ürünlerinin üretimi, tüketicilerin kullandığından daha fazladır. Bu durum yaklaşık 10 yıldır özellikle buğday, mısır ve soya fasulyesinde açıkça görülmektedir. Üretim tüketimden daha hızlı arttığından rekabet gittikçe daha da şiddetlenmektedir. Tarımdaki üretim

fazlalıkları ve petrol endüstrisine bağlı olarak artan kirlilik, çiftçileri ve endüstri kesimini eski bitkilerin yeni kullanım alanlarını araştırmaya veya *Crambe*, *Jojoba*, *Lesqurella* gibi yeni bitkiler bulmaya şiddetle zorlamaktadır (Ericson ve Bassin 1990).

Brassicaceae familyası dünyada 350 cins ve yaklaşık 4000 tür içermekte olup, ülkemizde ise 85 cins ve 515 tür olarak doğal yayılış göstermektedir. Brassicaceae familyası üyelerinin çoğu Kuzey Yarımküre'nin ılıman ve özellikle serin bölgelerinde, Akdeniz ile Güneybatı ve Orta Asya'da daha yoğun bir yayılış göstermektedirler (Kürşat 1999). Brassicaceae familyasının bazı üyeleri sebze ve yem bitkisi olarak, bazıları tohumlarından yağ elde etmek amacıyla, bir kısmı ise süs bitkisi olarak yetiştirilebilme potansiyeline sahip olup, ekonomik bakımdan değerli bitkilerdir (Kürşat 1999). Brassicaceae familyasının *Crambe* cinsi, tek ya da çok yıllık bir yağ bitkisidir. Cinsin dünya üzerinde 30 adet türü mevcuttur. Kuraklığa karşı toleranslı, adaptasyon kabiliyeti yüksek olan *Crambe*'nin sıcaklık ve kuraklığa karşı kanoladan daha dirençli ve daha fazla ürün getirisi olduğu belirlenmiştir (Knights 2002). *Crambe* üzerine yapılan ıslah çalışmaları; tane ve yağ veriminin, yağdaki erusik asit miktarının ve hastalıklara dayanıklılığın artırılması, tanedeki glikosinolat içeriğinin düşürülmesi şeklinde sıralanabilir. *Crambe* günümüzde endüstriyel amaçla kullanılan yağ bitkilerine mükemmel bir örnektir. *Crambe* tohumunun yağ kompozisyonu pek çok araştırma ile incelenmiş ve tohum yağının erusik asit bakımından oldukça zengin olduğu ortaya çıkarılmıştır. *Crambe* yağı, uzun zincirli yağ asidi için iyi bir kaynaktır ve diğer endüstriyel yağ tohumlarından % 10-15 oranında daha fazla erusik asit içermektedir (Yaniv ve ark. 1991, Li ve ark. 2012). Brassicaceae ailesi içerisinde en yüksek yağ asidi içeren tohum olmasının en önemli nedeni, kendi soyu dışından herhangi bir bitki ile döllenmemesi ve bu durumun tür içine gen akışı sorununu ortadan kaldırmasıdır (Li ve ark. 2012). *Crambe*, enerji kaynakları arasında yer alan biyoyakıtların, özellikle biyodizelin üretimi için alternatif bir bitkidir. Yağ bitkileri, endüstriyel amaçlı yakıt rezervlerindeki sorun ve iklim değişiminden dolayı son yıllarda gittikçe dikkat çekmektedir. Küresel ısınma tehdidini azaltmak ve yakıtlardan kaynaklanan hava kirliliğini gidermek için dünyada önemli bir potansiyele sahiptirler (Seyis ve ark. 2013). *Crambe* üretiminin düşük maliyetli, mekanik hasat edilebilir olması ve soya fasulyesinden sonra Mart ve Nisan aylarında kış mahsulü olarak kullanılabilir olması; bu bitkinin üretimi için avantaj sağlamaktadır (Falasca ve ark. 2010).

Sunulan bu çalışmanın amacı, ülkemizde doğal olarak yetişen *Crambe maritima* L. türünde, farklı konsantrasyonlarda BAP ve NAA kullanımıyla *in vitro*'da etkili bir rejenerasyon protokolü geliştirmektir.

Materyal ve Metot

Bu çalışmada kullanılan *Crambe maritima* L. tohumları, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir. Tohumların yüzey sterilizasyonları %5'lik ticari sodyum hipoklorit (NaOCl) çözeltisi (Ace, Türkiye) kullanılarak yapılmıştır. Sterilizasyonu gerçekleştirilen tohumlar, 3 defa 5 dakika süre ile steril distile saf sudan geçirilerek durulanmıştır. Durulamanın ardından tohumlar %3 sakkaroz içeren ve %0.65 agar ile katılaştırılmış MS (Murashige ve Skoog 1962) besin ortamında çimlendirilmiştir. Tohumlar ekimleri yapıldıktan 18 gün sonra çimlenmeye başlamıştır. Tohumların çimlenmesi ile oluşan bitkilerden hipokotil kısımları aseptik şartlarda bitkiden alınarak, eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Hipokotil eksplantları BAP ve NAA'nın 9 farklı kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan hormon kombinasyonları

BAP (mg/L)	NAA(mg/L)
0.50	0.0
1.0	0.0
2.0	0.0
0.50	0.25
1.0	0.25
2.0	0.25
0.50	0.50
1.0	0.50
2.0	0.50

Hipokotil eksplantlarından gelişen sürgünler, köklendirilmek amacı ile 1.0 mg/L NAA içeren MS besin ortamına aktarılmıştır. Çalışmada kullanılan besin ortamları, alet ve ekipmanların sterilizasyonları 1.4 kg cm⁻² basınç altında otoklavda 120°C’ de 21 dakika tutularak gerçekleştirilmiştir. Besin ortamlarının pH’sı 1 N NaOH ve 1 N HCl kullanılarak 5.8±1 e ayarlanmıştır. Kullanılan bütün hipokotil eksplantları, 24±1°C sıcaklık, 16 saat ışık/8 saat karanlık fotoperiyot koşullarında 500 µmol m⁻²s⁻¹ ışık yoğunluğunda iklim dolabında (Aralab) kültüre alınmıştır. Kullanılan her kültür kabına 5 eksplant konularak, denemeler 3 tekrarlı olacak şekilde planlanmış ve bu tekrarlı denemeler sonucu oluşan standart sapma değerleri hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

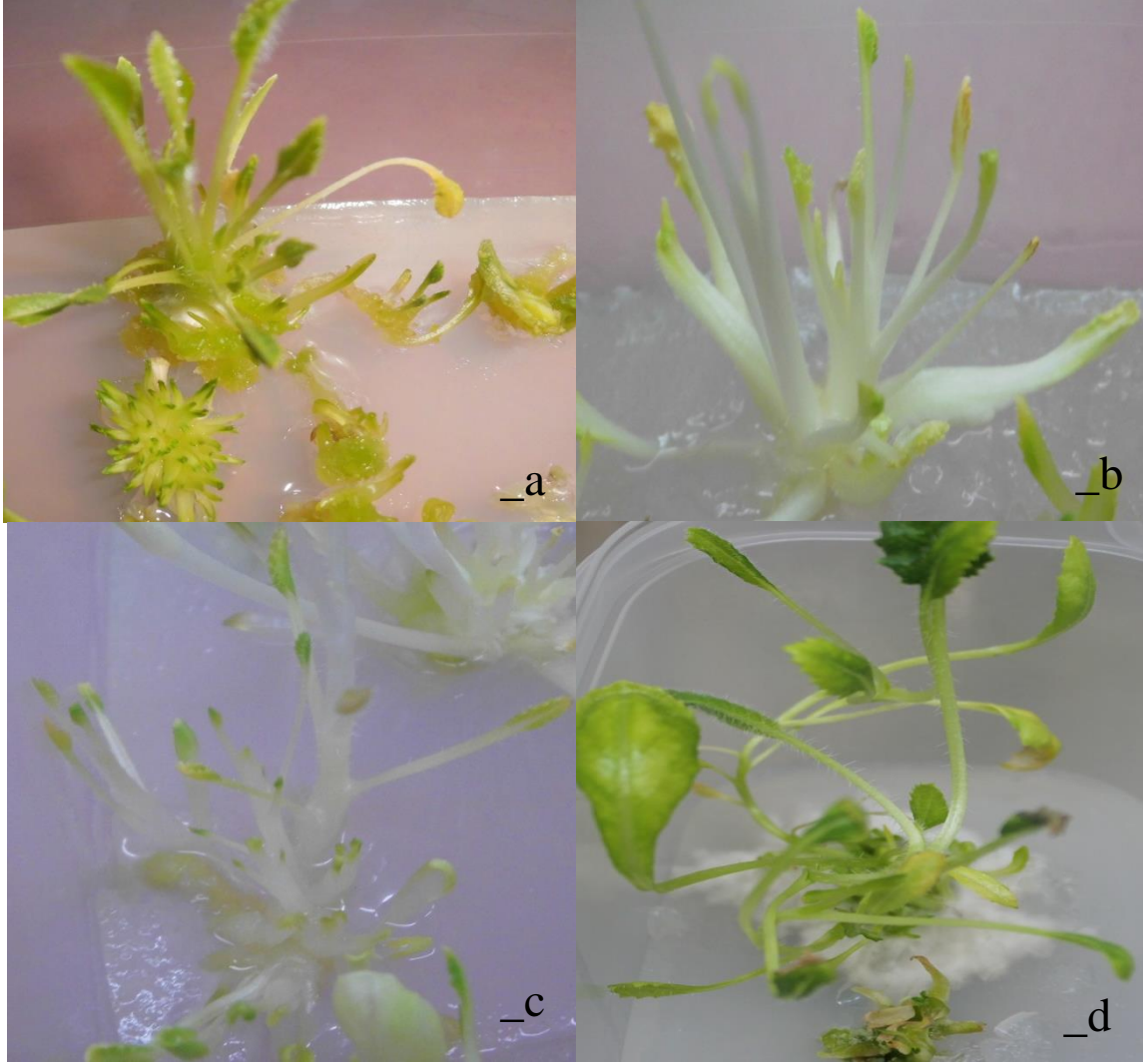
Çalışmamızda sterilizasyonu sağlanan *Crambe maritima* L. tohumları hormon içermeyen MS besin ortamına aktarılmış ve 18 gün sonunda tohumlar çimlenmeye başlamıştır. Ancak tohumların tamamında çimlenme gözlenmemiş olup, kültür kaplarına ekilen ortalama 25 tohumdan 5-8 adedinde çimlenme tespit edilmiştir. Çimlenen bu tohumlardan elde edilen bitkiciklerden hipokotil kısımları aseptik koşullarda çıkarılarak, eksplant kaynağı olarak kullanılmıştır. Hipokotil eksplantları BAP ve NAA’nın 9 farklı kombinasyonunu içeren MS besin ortamında kültüre alınmıştır (Çizelge 1). Kullanılan hormon konsantrasyonlarının ortalama kallus oluşum yüzdesi, ortalama rejenere sürgün yüzdesi, eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı ve ortalama sürgün uzunluğu üzerindeki etkileri Çizelge 2’de sunulmuştur.

Çizelge 2. Kullanılan BAP ve NAA konsantrasyonlarının hipokotil eksplantı üzerindeki etkileri

Kullanılan hormonlar		Ortalama kallus oluşum yüzdesi (%)	Ortalama sürgün rejenere yüzdesi (%)	Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı	Ortalama sürgün uzunluğu (cm)
BAP (mg/L)	NAA (mg/L)				
0.50	0.0	0	48.76	4.38±1.45	2.45±0.29
1.0	0.0	0	51.87	2.65±0.63	3.82±0.62
2.0	0.0	0	53.36	3.97±0.76	4.34±0.47
0.50	0.25	17.83	61.42	4.46±0.89	4.06±1.03
1.0	0.25	15.68	67.26	5.64±0.68	3.63±0.95
2.0	0.25	13.34	73.18	3.28±0.92	2.72±1.32
0.50	0.50	34.27	41.46	6.78±1.03	3.56±0.79
1.0	0.50	27.16	43.67	8.47±0.64	2.93±0.28
2.0	0.50	19.41	46.33	4.37±0.93	3.13±1.24

±= En az üç tekrarlı elde edilen standart sapma değerini ifade etmektedir.

Çalışma sonucunda; kallus oluşum yüzdesinin %0 ile %34.27 aralığında olduğu, sadece BAP kullanılan ortamlarda kallus gelişiminin sağlanmadığı, ortalama kallus gelişim yüzdesinin en fazla 0.50 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında gözlemlendiği belirlenmiştir (Şekil 1). NAA konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak ortalama kallus oluşum yüzdesi artarken, BAP konsantrasyonundaki artış ortalama kallus oluşum yüzdesini azaltmıştır (Çizelge 2). NAA konsantrasyonunun 0.25 mg/L’den 0.50 mg/L’ye çıkarılması ise, ortalama kallus oluşum yüzdesini arttırmıştır. 0.25 mg/L NAA içeren besin ortamları ile 0.50 mg/L NAA içeren besin ortamları karşılaştırıldığında, ortalama kallus oluşum oranı açısından 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamlarının daha verimli ortamlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ortalama rejenere sürgün yüzdesinin %41.46 ile %73.18 aralığında olduğu, %41.46’lık bir oran ile en düşük değer gözlemlendiği 0.50 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamının, aynı zamanda ortalama kallus oluşum yüzdesinin en fazla olduğu besin ortamı olarak da kaydedilmiştir. Ortalama rejenere sürgün yüzdesinin, en fazla %73.18’lik bir oran ile 2.0 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamında olduğu; bunu sırası ile % 67.26’lık bir oran ile 1.0 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren, %61.41’lik bir oran ile 0.50 mg/L BAP + 0.25 mg/L NAA içeren, %53.36’lık bir oran ile 2.0 mg/L BAP içeren, %51.87’lik bir oran ile 1.0 mg/L BAP içeren, %48.76’lık bir oran ile 0.50 mg/L BAP içeren, %46.33’lük bir oran ile 2.0 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren, %43.67’lik bir oran ile 1.0 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamları olduğu saptanmıştır (Çizelge 2).



Şekil 1. 0.50 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında maksimum ortalama kallus oluşumu (a), 1.0 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında maksimum eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı (b), 2.0 mg/L BAP içeren MS besin ortamında maksimum ortalama sürgün uzunluğu (c), 1.0 mg/L NAA içeren MS besin ortamında oluşan kökçükler (d). Bar a, b, c, d = 0.75 cm.

0.25 mg/L NAA içeren besin ortamları, 0.50 mg/L NAA içeren besin ortamları ile ortalama sürgün rejenerasyon oranı bakımından kıyaslandığında; 0.25 mg/L NAA içeren MS besin ortamlarının ortalama sürgün rejenerasyon yüzdesi açısından daha verimli ortamlar olduğu, NAA konsantrasyonunun artmasının ortalama sürgün rejenerasyon yüzdesini belirgin bir şekilde düşürdüğü gözlemlenmiştir. Besin ortamlarına 0.25 mg/L NAA ilavesi, ortamda NAA'nın bulunmaması ile karşılaştırıldığında, 0.25 mg/L NAA'nın besin ortamına ilave edilmesi, ortalama sürgün rejenerasyon yüzdesini belirgin bir şekilde arttırmıştır. Bu durum hormonların birbirleri ile olan karşılıklı etkileşimleri ile açıklanabilir. Sadece BAP kullanılarak hazırlanan MS besin ortamlarında ortalama sürgün rejenerasyon yüzdesinin, 0.50 mg/L NAA ilavesi ile hazırlanan besin ortamlarına kıyasla daha yüksek olduğu, ortama eklenen 0.25 mg/L NAA'nın ortalama sürgün rejenerasyonunda çok etkili olmakla birlikte, bu oranın 0.50 mg/L'ye çıkarılmasının ortalama sürgün rejenerasyon oranında önemli bir düşüşle sonuçlandığı belirlenmiştir. Besin ortamlarına eklenen BAP miktarındaki artış, ortalama sürgün rejenerasyon yüzdesini arttırmıştır (Çizelge 2). Eksplant başına düşen ortalama sürgün sayısı 8.47 ± 0.64 ile 2.65 ± 0.63 aralığında olmuş, 1.0 mg/L BAP içeren MS besin ortamında en düşük sonuçlar elde edilirken, 1.0 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamında en yüksek sonuçlar kaydedilmiştir (Şekil 1). Eksplant başına düşen sürgün sayısı açısından NAA içermeyen ve 0.25 mg/L NAA içeren besin ortamları, 0.50 mg/L NAA içeren besin ortamları ile

karşılaştırıldığında, 2.0 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamı hariç, 0.50 mg/L NAA içeren besin ortamlarının daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir.

Ortalama sürgün uzunluğunun 4.34±0.47 cm ile 2.45±0.29 cm aralığında olduğu, 2.0 mg/L BAP içeren MS besin ortamından en yüksek (Şekil 1), 0.50 mg/L BAP içeren MS besin ortamından ise en düşük sonuçlar alınmıştır. Ortalama sürgün uzunluğu ile ortama ilave edilen BAP ya da NAA konsantrasyonları arasında herhangi bir ilişki saptanamamıştır.

Rejenere olan sürgünler 1.0 mg/L NAA içeren MS besi ortamına aktarılarak bu ortamda köklenmeleri sağlanmıştır (Şekil 1). Ancak rejenere sürgünlerin köklenmeleri oldukça güç olmuş, zayıf ve cılız bir köklenmeyle karşılaşmıştır.

Önemli bir endüstri bitkisi olan *Crambe* ile ilgili mikro üretim çalışmaları incelendiğinde, bu kadar değerli olan bu endüstri bitkisinin ciddi derecede ihmal edildiği görülmektedir. Nitekim literatür taramalarında bu bitki ile yapılmış doku kültürü çalışmalarına bakıldığında, sayının çok yetersiz olduğu görülmektedir. Endüstriyel amaçla kullanılan *Crambe* bitkisinde mikro üretim yapmak, en iyi sonuç veren hormon konsantrasyonlarını belirlemek ileride bu bitkide yapılacak olan ıslah çalışmaları açısından büyük önem taşımaktadır.

Qi ve ark. (2014), *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. türünde etkili bir rejenerasyon protokolü geliştirmek amacıyla genetik transformasyon çalışmaları yapmışlardır. Bu amaçla, bitkinin kotiledon boğum ve kotiledon kısımlarını eksplant kaynağı olarak kullanmışlar, farklı konsantrasyonlarda BAP ve NAA hormonlarını besin ortamına ilave etmişlerdir. Ortama katılaştırıcı olarak mikroagar ve fitoblend eklemişlerdir. Kotiledon boğum eksplantlarında 0.5 µM NAA + 2.2 µM BAP kullanımıyla, en yüksek sürgün oluşum yüzdesini elde etmişlerdir. Bahsedilen çalışma ile, bu çalışmadaki bulgular birbirini destekler niteliktedir. Ancak kullanılan türün, eksplant kaynaklarının ve kullanılan katılaştırıcıların farklı olması açısından bu çalışma, bahsedilen çalışma ile farklılık göstermektedir.

Furmanek ve Banas (2011), *Crambe abyssinica* cv. Mayer bitkisinin yaprak ve kotiledonlarını eksplant kaynağı olarak kullanarak primer ve sekonder embriyogenik kallus üretmişlerdir. Çalışmalarında BAP, TDZ, IAA ve NAA'nın farklı kombinasyonlarını kullanmışlar ve primer embriyogenik kallus oluşumu için, kotiledon eksplantına 0.5 mg/dm BAP + 0.5 mg/dm NAA uygulaması ile en iyi sonucu elde etmişlerdir. Araştırmacıların BAP ve NAA kullanımı ile en iyi embriyogenik kallus oluşumunu elde etmeleri, sunulan bu çalışmada BAP ve NAA'nın birlikte kullanılarak kallus oluşturduğu bulgusunu desteklemektedir; ancak kullanılan eksplant kaynaklarının, kullanılan hormon konsantrasyonlarının ve çalışmalarında kullandıkları türün farklı olması çalışmamız ile farklılık göstermektedir.

Li ve ark. (2011), *Crambe abyssinica* cv. Galactica türünün hipokotil kısımlarını eksplant kaynağı olarak kullanmışlar, aydınlık ve karanlık ortamda 30 g/L sakkaroz ve 16 g/L glikoz içeren MS besin ortamlarında 2.2 mg/L TDZ + 0.5 mg/L NAA ve 2.2 mg/L TDZ + 0.25 mg/L NAA hormon kombinasyonlarında en iyi sürgün rejenerasyonunu sağlamışlardır. Bu çalışmada da, bitkinin hipokotil kısmının eksplant kaynağı olarak kullanılarak sürgün rejenerasyonunun sağlanması bulgularımızı desteklemektedir.

Piovan ve ark. (2011) İtalya'da tehlike altındaki türler listesinde yer alan *Crambe tataria* bitkisini koruma altına almak için bitkiyi *in vitro* şartlarda çoğaltarak, ½ MS ortamında çimlendirilen tohumlardan gelişen bitkilerin yaprak ve kök kısımlarını eksplant kaynağı olarak kullanmışlardır. BAP ve Kinetin'in 0.0, 1.0, 2.0 mg/L dozları ile 0.0, 1.0, 2.0 mg/L NAA ve 2,4-D hormon kombinasyonlarını kullanarak eksplantlar üzerinde kallus, somatik embriyogenesis ve organogenesis bulguları elde etmişlerdir. Organogenesis oluşumu sadece kök eksplantlarında BAP ve NAA içeren besin ortamında, somatik embriyogenesis oluşumu ise sadece yaprak eksplantlarında BAP ve NAA hormon kombinasyonlarında, kallus oluşumu ise her iki eksplant için hemen hemen bütün hormon kombinasyonlarında gözlemlenmiştir. En fazla eksplant başına düşen sürgün sayısı, 2.0 mg/L BAP + 2.0 mg/L NAA hormon kombinasyonunu içeren besin ortamında elde edilmiştir. Bu çalışma sonucunda en fazla eksplant başına düşen sürgün sayısı 1.0 mg/L BAP + 0.50 mg/L NAA içeren MS besin ortamından elde edilmiştir. Bu nedenle her iki çalışma sonucu birbirini destekler niteliktedir. Sadece kullanılan hormonların miktarlarında küçük bir farklılık bulunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma *Crambe maritima*'nın *in vitro* mikro üretimi üzerine yapılmış ilk çalışma niteliğindedir. *Crambe*'nin endüstriyel bir bitki olması nedeniyle; ülkemizde yetişen yabancı türlerin kültüre alınması ya da ıslahının gerçekleştirilmesi için doku kültürü çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Ancak literatürlere bakıldığında, yabancı olarak yetişen bu türler üzerine yapılmış doku kültürü çalışmalarının çok az olduğu, çok değerli olan bu endüstri bitkisinin bu anlamda ihmal edildiği görülmektedir. Yapılan bu çalışmanın bu alanda çok büyük bir boşluğu kapatacağı, özellikle ıslah üzerine çalışan bilim insanlarının dikkatini bu bitki üzerine çekeceği ümit edilmektedir. Bu çalışmada elde edilen verilerin, *Crambe* ile ilgili ıslah çalışmaları yapacak olan bilim insanlarına yeni bir pencere açacağı düşünülmektedir.

Teşekkür

Bu çalışmada kullanılan *Crambe maritima* L. tohumlarının temin edilmesini sağlayan; Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü Öğretim Üyesi Ali Savaş BÜLBÜL'e teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Çömlekçioğlu N (2005). Ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren *Crambe* spp.'nin kimyasal içeriğinin ve endüstriyel kullanım alanlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, 53 s.
- Erickson DB, Bassin P (1990). Rapeseed and crambe: alternative crops with potential industrial uses, agricultural experiment station. Kansas State University, Manhattan, Bulletin 656.
- Falasca SL, Flores N, Lamas MC, Carballo SM, Anschau A (2010). *Crambe abyssinica*: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. International Journal of Hydrogen Energy, 35: 5808–5812.
- Furmanek T, Banas W (2011). Embryogenic callus formation by cotyledon and leaf explants of *Crambe abyssinica* seedlings. Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology, 92: 209-213.
- Kalender B (2002). Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) tohum yağı ekstraksiyonu ve yağın kompozisyonunun belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Knights SE (2002). Crambe: A North Dakota Case Study. Rural Industries Research and Development Corporation, USA.
- Kürşat Z (1999). Bazı crambe L. türleri üzerinde morfolojik, anatomik ve palinolojik çalışmalar, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Li X, Ahlman A, Lindgren H, Zhu L (2011). Highly efficient *in vitro* regeneration of the industrial oilseed crop *Crambe abyssinica*. Industrial Crops and Products, 33: 170–175.
- Li X, Loo EN, Gruber J, Fan J, Guan R, Frentzen M, Stymne S, Zhu L (2012). Development of ultra-high erucic acid oil in the industrial oil crop *Crambe abyssinica*. Plant Biotechnology Journal, 10: 862–870.
- Murashige T, Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol Plantarum, 15: 473-97.
- Piovan A, Cassina G, Filippini R (2011). *Crambe tatarica*: actions for *ex situ* conservation. Biodivers Conservation, 20: 359–371.
- Qi W, Tinnenbroek-Capel I, Schaart JG, Huang B, Cheng J, Visser RGF, Loo EN, Krens FA (2014). Regeneration and transformation of *Crambe abyssinica*. BMC Plant Biology, 14: 1-12.
- Seyis F, Aydın E, Çopur M (2013). Alternatif yağ bitkisi: Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E. Fries). Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 28:108-114.
- Yaniv Z, Elber Y, Zur M, Schafferman D (1991). Differences in fatty acid composition of oils of wild cruciferae seed. Phytochemistry, 30: 841-843.