

Prohexadione-Calcium Uygulama Yöntemlerinin Hıyar (*Cucumis sativus* L.) Fidelerinin Gelişimi ve Yaprak Pigmentasyonu Üzerine Etkileri

Hakan BAŞAK

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, KIRŞEHİR

(Alınış / Received: 09.10.2019, Kabul / Accepted: 06.08.2020, Online Yayınlanma / Published Online: 17.08.2020)

Anahtar Kelimeler

Prohexadione-Calcium,
hıyar,
fide,
boy kontrolü

Öz: Bu çalışma, prohexadione-calcium (Pro-Ca) uygulama yöntemlerinin hıyar fidelerinin gelişimi ve yaprak pigmentasyonu üzerine etkileri araştırmak amacıyla yapılmıştır. Denemede, 140 adet hıyar tohumu eşit olarak farklı düzeylerde (0, 50, 100 ve 200 ppm) Pro-Ca içeren solüsyonda 18 saat bekletilmiş aynı dozların aynı sayıdaki fidelerin yapraklarına püskürtme şeklinde uygulanmış, fide gelişimi ve yaprak pigmentasyonu parametreleri bakımından karşılaştırılmıştır. Morfolojik ölçümlere göre; her iki Pro-Ca uygulama yöntemi fidelerinin gelişimini kontrol bitkilerine kıyasla istatistiksel olarak önemli düzeyde engellemiştir. En düşük; fide boyu (3.79 cm), gövde çapı (2.86 mm), gövde yaş ağırlığı (1.37 g), gövde kuru ağırlığı (0.171 g) ve kök kuru ağırlığı (0.096 g) tohumun 200 ppm Pro-Ca içeren solüsyonunda bekletilmesinde; en düşük kök yaş ağırlığı (1.206 g) ise yapraklara 100 ppm Pro-Ca içeren solüsyonun spray şeklinde uygulanmasında saptanmıştır. Yaprak pigmentasyonu üzerine tohum aşamasında yapılan Pro-Ca uygulamasının etkisi daha olumlu olarak belirlenmiş, en yüksek klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları tohumu uygulanan 50 ppm Pro-Ca dozunda tespit edilmiştir. Sonuç olarak, hıyar tohumlarının 18 saat süre ile 50 ppm dozunda Pro-Ca içeren solüsyonda bekletilmesi, optimum büyüme kontrolü ve kaliteli fide özelliklerini sağlaması yönüyle önerilmektedir.

Effects of Prohexadione-Calcium Application Methods on Seedlings Growth and Leaf Pigmentation in Cucumber (*Cucumis sativus* L.)

Keywords

Prohexadione-Calcium,
cucumber,
seedling,
height control

Abstract: The aim of this study was to investigate the effects of prohexadione-calcium (Pro-Ca) application methods on the growth of cucumber seedlings and leaf pigmentation. In study, the comparison was made the methods of soaking 140 cucumber seeds in equal number in Pro-Ca solution for 18 hours at 0, 50, 100 and 200 ppm doses and spraying the same number of seedlings' leaves with the same doses with respect to seedling growth and leaf pigmentation parameters. According to morphological measurements; both Pro-Ca treatment methods significantly inhibited the growth of seedlings compared to control plants. The lowest seedling length (3.79 cm), stem diameter (2.86 mm), stem fresh weight (1.37 g), stem dry weight (0.171 g) and root dry weight (0.096 g) were obtained from seeds soaked in 200 ppm Pro-Ca solution. The lowest root fresh weight (1.206 g) was determined by spray application of 100 ppm Pro-Ca solution to the leaves. The effect of Pro-Ca application on leaf pigmentation at seed stage was determined more positively. The highest chlorophyll a, chlorophyll b, total chlorophyll and carotenoid contents were obtained at 50 ppm Pro-Ca dose applied to seed. To conclude, it is recommended that cucumber seeds could be kept in 50 ppm Pro-Ca solution for 18 hours in order to provide optimum growth control and seedling quality.

*İlgili Yazar, email: hbasak@ahievran.edu.tr

1. Giriş

Sebze yetiştiriciliğinde üretime fide işletmelerinden temin edilen hazır fideler ile başlanması ülkemizde de her geçen gün yaygınlaşmaktadır. 2012 yılında yaklaşık 2.6 milyar adet hazır fide üretimi gerçekleştiren fide işletmeleri, 2017 yılında 3.5 milyar adetin üzerinde fide üretimi gerçekleştirmiştir. 2017 yılında 117 milyon adetin üzerinde hıyar fidesi üretilmiş olup, bu rakam toplam fide üretiminin %4.02'sini oluşturmuştur [1]. Yetiştiriciliğe hastalık ve zararlılardan arı, kök ve yaprak dengesini sağlanmış, pişkin ve kaliteli fide ile başlamak verim ve kaliteyi artırmaktadır [2]. Kaliteli bir sebze fidesinde aranan bazı özellikler vardır. Bunlar; fidelerin boğum aralarının kısa olması, yaprak renginin koyu yeşil olması, torfdaki kök sarılımasının tamamlanmış olması, dengeli bir kök gövde oranının olması, kalın ve kuvvetli gövdeye sahip olması, kök ve gövdesinin kuru madde içeriğinin yüksek olmasıdır [3].

Fidencilik işletmeleri birim alana daha fazla fide yerleştirebilmek, torf, perlit ve vermikulit gibi harç materyallerini daha az kullanabilmek, fidelerin sevkiyat maliyetlerini düşürebilmek gibi sebeplerden dolayı üretimde mümkün olduğunca küçük hacimli gözlemlere sahip viyoller tercih etmektedirler. Ayrıca yapay ışıklandırmanın kurulum ve işletme maliyetinin yüksek olmasından dolayı ticari işletmelerde kullanılamaması, doğal ışık kaynağımız olan güneşten yeterince ışık sağlanamadığı dönemlerde yetersiz ışıktan dolayı bitkiler arasındaki ışık rekabetini artırmaktadır. Bitki sıklığının artması yeterli ışığa ulaşmak için fidelerde boy artışına sebep olarak, ince ve cılız gövdeli fidelerin oluşmasına sebep olabilmektedir. Özellikle bahar döneminde erken ilkbahar aylarında fide üretimi gerçekleştiren işletmelerde bu sorun daha sık görülmektedir. Fidelerde aşırı boylanma sorunu sadece düşük ışık yoğunluğundan veya ışık rekabetinden değil, özellikle yaz aylarında yapılan güzlük fide yetiştiriciliğinde ekolojik koşulların hızlı büyümeyi teşvik etmesinden de kaynaklanabilmektedir [4].

Aşırı boylanmış fideler şaşırtma sonrası ince ve uzun gövdelerinden dolayı özellikle rüzgar başta olmak üzere olumsuz çevre koşullarına adaptasyonda zorluk yaşamakta ve istenmeyen fide kayıpları yaşanabilmektedir. Bunun yanı sıra zayıf kök boğazına sahip bu tür fideler toprak kökenli hastalıklara da daha hassas olmaktadır [3]. Fidelerde aşırı boylanmayı engellemek amacıyla değişik uygulamalar yapılabilmektedir. Bunlardan bazıları; budama, ekolojik koşulların ayarlanması, sulama düzeyinin ayarlanması, bitkilerde fiziksel stres koşullarının oluşturulması (fırçalama, hava püskürtme vb.), UV ışınları, bakırlı preparatların kullanımı ve bazı kimyasal maddelerin (Maleik hidrazid, ancymidol, absisic acid, daminozid, ethrel, cloromequat chlorocholine chloride, prohexadione-calcium, paclobutrazol vb.) uygulanmasıdır [5].

Fidelerde boy kontrolünü sağlamak amacıyla kimyasal maddeler, uygulama kolaylığı ve etkinliğinden dolayı, daha fazla kullanılmaktadır. Bu kimyasalların ortak etki mekanizması gibberellin inhibitörü etkisi göstermelerinden dolayı büyümeyi geciktirmeleridir [6]. İşletmelerde boy kontrolü sağlamak amacıyla en yaygın kullanılan gibberellin asit inhibitörleri ise Paclobutrazol (PBZ) ve Prohexadione-Calcium (Pro-Ca)'dur. Fide işletmeleri bu kimyasal durdurucuları daha çok tohum çimlenme aşamasından sonraki büyüme evrelerinde, tek veya birden fazla uygulama şeklinde, sulama sistemleri veya atomizer, pulverizatör gibi ekipmanları kullanarak fide yapraklarına spreyleme şeklinde uygulamaktadırlar. Paclobutrazol (PBZ) ve Prohexadione-Calcium (Pro-Ca), fidelerde boy kontrolünü sağlamada diğer yöntemlere göre daha etkili olmaktadır ancak, bu kimyasalların uygun şekilde (uygulama yöntemi, sayısı ve dozu) uygulanmaması durdurucu etkilerinin dikim sonrasında da devam ederek bitki gelişmesini yavaşlatabilmektedir. Bunun sonucunda ekonomik kayıplara neden olabilmektedir. Bu kimyasalların yanlış kullanımından dolayı etki süresini geç yitirmeleri, insan ve çevre sağlığı açısından da risk oluşturabilmektedir [7].

Daha çok fide işletmelerinin büyümeyi kontrol altında tutabilmek amacıyla kullandığı Pro-Ca gibi durdurucuların fide işletmelerinde uygulanabilecek yöntemlerinin araştırılması gerekmektedir. Zira büyük kapasiteli işletmelerde en uygulanabilir yöntemlerin başında tohum ve yaprak uygulamaları gelmektedir. Çalışmamızda önceki çalışmalardan farklı olarak, tohum aşamasında yapılan Pro-Ca içeren solüsyonlarda uzun süreli (18 saat) bekletmenin, işletmelerde yaygın olarak kullanılan yapraktan sprey şeklinde yapılan uygulamalara kıyasla hıyar fidelerinin gelişimi ve yaprak pigmentasyonu üzerine etkileri araştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

Çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümüne ait iklim kontrollü uygulama ve araştırma serasında yürütülmüştür. Denemenin yürütüldüğü serada ortam sıcaklığı gündüz 23±2°C, gece 18±2°C ve nem düzeyi % 65±5 düzeyinde tutulmuştur. Araştırmada bitkisel materyal olarak Cevher F₁ (Yüksel Tohum A.Ş.) partenokarp sırk hıyar çeşidi, boy kontrolünü sağlamak amacıyla ise % 10 Pro-Ca içeren Velonta ticari ismiyle satışı sunulan kimyasal ilaç kullanılmıştır. Çalışma tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve her tekerrürde 10 bitki olacak şekilde yürütülmüştür.

04.04.2018 tarihinde her bir uygulama konusu için 35'şer adet hıyar tohumu petri kaplar içerisinde 0, 50, 100 ve 200 ppm dozlarında Pro-Ca içeren solüsyonlarda 18 saat süre ile bekletilmiştir. Daha sonra solüsyondan çıkarılan tohumlar içerisine 2:1 oranında torf:perlit karışımı doldurulmuş 77'lik viyollere (15 cc hacimli), her bir uygulama konusu için 35'şer adet ekilmiştir. Aynı tarihte, yine 35'şer adet hıyar tohumu yaprak uygulanması yapılmak üzere, aynı büyüklükteki ve içerikteki viyollere herhangi bir ön uygulama yapılmadan ekilmiştir. 16.04.2018 tarihinde ilk gerçek yaprakları görülen fidelere yapraktan sprey şeklinde 0, 50, 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışma konuları

Pro-Ca Uygulama Yöntemleri	Pro-Ca Dozları (ppm)
Kontrol	0
Tohum uygulaması	50
(18 saat solüsyonda bekletme)	100
	200
Yapraktan uygulama	50
(Gerçek yapraklara püskürtme)	100
	200

Deneme süresince fidelerin bakım işlemleri (Gübreleme, sulama vb.) Sevgican [8]'a göre yapılmıştır. 02.05.2018 tarihinde deneme sonlandırılmış olup, fidelerde; boy (cm), çap (mm), gövde-kök yaş ve kuru ağırlıkları (g) belirlenmiştir. Bitki yaprak dokularında klorofil a, klorofil b, toplam klorofil ve karotenoid miktarları Arnon [9]'a göre spektrofotometre kullanılarak belirlenmiştir. Verilerin analizi "SPSS 17 V" istatistik programı ile yapılmış, varyans analizlerinde ortalamalar arasındaki farklılığın hangi grup ya da gruplardan kaynaklandığının belirlenmesi için çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan testi uygulanmıştır.

3. Bulgular

Pro-Ca uygulama yöntemleri ve dozlarının fide boyu üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.001$). Kontrol bitkilerine kıyasla fide boyları tüm Pro-Ca uygulama yöntemleri ve dozlarında önemli düzeyde azalmıştır. Pro-Ca'nın tohum uygulamaları, yaprak uygulamalarına göre boy kontrolünde daha etkili bulunmuştur. Tohum aşamasında yapılan 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulamalarında sırasıyla 4.26 ve 3.78 cm ile en düşük fide boyları belirlenmiştir (Tablo 2). Pro-Ca uygulamalarının gövde çapı üzerine etkisi tohum aşamasında uygulanan 100 ve 200 ppm dozları hariç kontrol bitkilerine göre bir miktar artış sağlamış olsa da bu artış istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Gövde çapında olduğu gibi bitki boyunda da en düşük değerler tohum aşamasında uygulanan 100 ve 200 ppm Pro-Ca dozlarında belirlenmiştir (Tablo 2). Tohuma yapılan Pro-Ca uygulamalarında 50 ppm dozunda kontrol uygulamasına kıyasla tohum çimlenme sürelerinde bir fark gözlemlenmemiştir. Ancak kontrol uygulamasına kıyasla 100 ppm Pro-Ca uygulanmış tohumların çimlenme sürelerinde 2 gün, 200 ppm pro-Ca uygulanmışlarda ise 3 gün gecikme saptanmıştır. Çimlenme oranları ise tüm uygulamalarda %100 oranında belirlenmiştir.

Fide gövde yaş ağırlıkları Pro-Ca uygulamalarının etkisi ile kontrol bitkilerine kıyasla azalmış, en yüksek gövde yaş ağırlığı 3.378 g ile kontrol bitkilerinde belirlenmiştir (Tablo 2). Gerek tohum aşamasında gerekse de yapraktan yapılan Pro-Ca uygulamalarında, doz artışıyla beraber gövde yaş ağırlıklarında önemli düzeyde azalma saptanmıştır. Gövde yaş ağırlığı üzerine uygulama yöntemlerinin etkisi karşılaştırıldığında; 50 ppm Pro-Ca dozunda her iki uygulama yönteminin etkisi bakımından istatistiksel olarak önemli düzeyde bir fark görülmez iken, 100 ve 200 pm dozlarında tohum aşamasında yapılan uygulamaların gövde yaş ağırlıklarını daha fazla azalttığı tespit edilmiştir. Fide gövde kuru ağırlıkları da gövde yağ ağırlıklarına benzer şekilde Pro-Ca uygulamalarının etkisi ile kontrol bitkilerine göre azalmıştır. En düşük gövde kuru ağırlığı 0.171 g ile tohum Pro-Ca 200 ppm uygulamasında saptanmıştır. Uygulama yöntemlerinin gövde kuru ağırlığı üzerine etkisi kıyaslandığında ise sadece 200 ppm Pro-Ca dozunda tohum aşamasında yapılan uygulamanın aynı dozda yapraktan yapılan uygulamaya göre önemli düzeyde daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Fide kök yaş ağırlığı üzerine tohum aşamasında yapılan uygulamaların etkisi önemsiz belirlenirken, yaprak uygulamalarında Pro-Ca dozlarındaki artış ile istatistiksel olarak da önemli düzeyde bir azalma saptanmıştır ($P<0.001$). Fide kök kuru ağırlıkları tüm Pro-Ca uygulamalarında kontrol bitkilerinden önemli düzeyde düşük belirlenmiş, ancak uygulama dozundaki artışla beraber kök kuru ağırlıkları da bir miktar azalmasına rağmen aralarındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Pro-Ca uygulamalarının morfolojik parametreler üzerine etkileri

Uygulama Zamanı	Pro-Ca Uygulama Dozu (ppm)	Boy (cm)	Çap (mm)	Gövde Yaş (g)	Gövde Kuru (g)	Kök Yaş (g)	Kök Kuru (g)
Kontrol	0	9.62a*	3.65a	3.378a	0.427a	2.258a	0.146a
Tohum	50	7.21bc	3.86a	2.863b	0.381ab	2.168a	0.122abc
	100	4.26e	2.92b	1.635de	0.252d	1.959a	0.101bc
	200	3.78e	2.86b	1.365e	0.171e	1.926a	0.096c
Yaprak	50	7.67b	3.98a	2.658b	0.342bc	1.796ab	0.128ab
	100	6.90cd	3.91a	2.190c	0.296cd	1.206c	0.120abc
	200	6.42d	3.78a	1.957cd	0.277d	1.360bc	0.117abc
	Ort.	6.550	3.560	2.405	0.320	1.810	0.118
	SEM	0.264	0.563	0.726	0.088	0.454	0.023
	P	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025

*Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.001)

Yaprak pigment pigmentasyonu üzerine Pro-Ca uygulamalarının etkisi Tablo 3’de verilmiştir. Tüm uygulamalar içerisinde tohuma 50 ppm Pro-Ca uygulaması en yüksek pigmentasyon değerlerinin elde edildiği çalışma konusu olmuştur. Yaprak klorofil ve karotenoid içerikleri Pro-Ca’nın tohum uygulamalarında doz artışı ile bir miktar azalma gösterse de kontrol bitkilerine kıyasla belirlenen değerler daha yüksek saptanmıştır. Yapraktan yapılan Pro-Ca uygulama dozlarında ise pigment düzeyleri doz artışıyla birlikte bir miktar artış göstermiştir. Bu artış 200 ppm Pro-Ca dozunda belirlenen klorofil a, b ve toplam klorofilde istatistiksel olarak da önemli belirlenmiştir. Yaprak karotenoid içeriği üzerine yapraktan yapılan Pro-Ca uygulamalarında doz artışının istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmamıştır.

Tablo 3. Pro-Ca uygulamalarının yaprak pigment parametreleri üzerine etkileri (mg/g)

Uygulama Zamanı	Pro-Ca Uygulama Dozu (ppm)	Klorofil a	Klorofil b	Toplam klorofil	Karotenoid
Kontrol	0	2.136d	1.452c	3.697c	1.079c
Tohum	50	2.756a	1.810a	4.644a	1.430a
	100	2.479b	1.610b	4.226b	1.360ab
	200	2.579b	1.672b	4.402b	1.347ab
Yaprak	50	2.259c	1.507c	3.821c	1.284b
	100	2.300c	1.521c	3.851c	1.270b
	200	2.484b	1.659b	4.306b	1.307b
	Ort.	2.428	1.604	4.135	1.297
	SEM	0.045	0.026	0.075	0.025
	P	0.000	0.000	0.000	0.000

*Farklı harfler uygulama grupları arasındaki farklılığın önemli olduğunu göstermektedir (P<0.001)

4. Tartışma ve Sonuç

Bulgularımızda tohum aşamasındaki uygulama 50, 100 ve 150 ppm Pro-Ca dozlarında sırası ile %25, 56 ve 61 oranlarında fide boyunda azalmaya sebep olurken, yaprak uygulamalarında sırası ile %20, 28 ve 33 oranlarında azalmaya sebep olmuştur. Özbay ve Ergun [10], patlıcan fidelerine yapraktan uygulanan 0, 50, 100, 150, mg/l dozlarındaki Pro-Ca’nın fidelerin boyunu doz sırasına göre %27, 32 ve 38 oranında azalttığını bildirmiştir. Çakırbay ve Dursun [11], domates fidelerine yapraktan uygulanan 150 ppm Pro-Ca’nın fide boy uzunluğunu %27.6 oranında azalttığını belirlemiştir. Bulgularımızla benzer şekilde Ergun [12], hıyar (*Cucumis sativus* L.) fidelerine uygulanan Pro-Ca dozlarının gövde çapını artırdığını ancak topraktan ve yapraktan yapılan uygulamalar arasında önemli bir fark oluşmadığını bildirmişlerdir. Özbay ve Ergun [10], patlıcan fidelerine uygulanan Pro-Ca’nın (0, 50, 100, 150, mg/l) gövde çapı üzerine önemli bir etkisinin olmadığını belirlemiştir.

Akdemir [3], marulda Pro-Ca ve Paclobutrazol’ün tohum aşamasında yapılan uygulamalarının yapraktan yapılan uygulamalara göre fide gelişimini baskılamada daha az etkili olduğunu bildirmiştir. Ancak araştırmacı marul tohumlarını Pro-Ca içeren solüsyon içerisinde 2 saat bekletmiştir. Bulgularımızda tohum aşamasında yapılan uygulamaların, yaprak uygulamalarına kıyasla fide gelişimi daha fazla baskılamasında Pro-Ca içeren solüsyonda tohumların uzun süre (18 saat) bekletilmiş olmalarının etkili olduğu düşünülmektedir. Pasian ve Bennett [13], paclobutrazol içeren çözeltilerde (0, 500 ve 1000 mg/l) domates tohumlarının 6, 16, 24 saat bekletilmesi sonucu

en etkin büyüme kontrolünün en uzun bekletme süresi olan 24 saatte sağlandığını bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada Geboloğlu ve ark. [14], 100 ve 200 ppm paclobutrazol içeren solüsyonlarda 2 saat süre ile bekletmeye kıyasla 4 saat bekletmenin patlıcan fidelerinin kalitesini belirgin şekilde artırdığını bildirmiştir.

Özbay ve Ergun [10], Pro-Ca dozlarındaki artışla beraber gövde kuru ve kök yaş ağırlıklarının azaldığını ancak 150 mg/L Pro-Ca uygulamasının daha düşük dozlara göre büyümeyi engelleyici etkisinin daha yüksek olduğunu bildirmiştir. Bulgularımızda da gövde kuru ağırlıklarında Pro-Ca dozlarındaki artışla ters yönlü olarak önemli düzeyde azalış belirlenirken, kök yaş ağırlığındaki azalışın daha kısıtlı düzeyde olduğu saptanmıştır. Pro-Ca uygulamalarının kök yaş ve kuru ağırlığı üzerindeki durdurucu etkisinin gövde yaş ve kuru ağırlığına kıyasla daha düşük seviyede oluşmasında Pro-Ca'nın bitkideki taşınımının aşağıdan yukarıya doğru olmasının etkili olduğu tahmin edilmektedir [15]. Metin [16], Pro-Ca uygulamalarının (tohum, yaprak ve toprak) ve dozlarının (0, 25, 50, 75 ve 100 ppm) biber fidelerinde 25 ppm dozu ve tohum uygulamaları hariç fidelerde boy, gövde ve kök yaş-kuru ağırlıklarında azalmaya sebep olduğunu bildirmiştir. İlias ve ark. [17], bamyada yapraktan sprey olarak uygulanan 100 µM Pro-Ca'nın gövde ve kök kuru ağırlığını azalttığını, Bekheta ve ark. [18], fasulye tohumlarına artan dozlarda uygulanan Pro-Ca'nın gövde yaş ağırlığını önemli düzeyde azalttığını bildirmişlerdir.

Büyüme engelleyiciler; bitkideki hücre sayısını değiştirmeden hücrelerin boylarını kısaltıp, hücre bölünmesini yavaşlatmakta ve boğum aralarının kısalmasına sebep olarak bitki boyunu azaltmaktadırlar. Ayrıca, bitkilerde subapikal bölgedeki meristem hücreleri etkilenip, hücrelerde boy kısalırken gövde çapının artmasına yol açarak hücre genişliğini de arttırmaktadırlar [19; 20]. Pro-Ca bitkilerde yaprak ve sürgünlerde sentezlenmekte olan ve hücreler arası uzamayı teşvik ederek vegetatif gelişmeyi arttıran gibberelik asit sentezini ya da bitkide taşınmasını engelleyerek büyümenin kontrol edilmesini sağlamaktadır [21; 22].

Weaver [18], süs bitkilerinde boy kontrolünü sağlayabilmek için kullanılan büyüme engelleyicilerin gövde uzamasını engellemelerinin yanı sıra, yaprakların klorofil içeriğini artırarak yeşil rengini daha da artırdığını bildirmiştir. Uslu ve Özgür [7], genç fide döneminde büyümenin kontrol edilebilmesi amacıyla yapraktan püskürtme şeklinde uygulanan durdurucuların yüksek dozlarda uygulanmasının fidelerde kloroza ve büyüme ve gelişmenin uzun süreli duraklamasına neden olduğunu bildirmektedir. Bulgularımızı destekler nitelikte, Bazzocchi ve Giorgioni [23], süs lahanasında 100 ve 200 ppm Pro-Ca uygulamasının, Özbay ve Ergün [10], patlıcan bitkisinde 100 ve 150 ppm Pro-Ca dozlarının, Kang ve ark. [24], 200 ve 400 ppm Pro-Ca uygulamasının Çin lahanasında yaprak pigment düzeyini artırdığını bildirmişlerdir. Uygulanan büyüme durdurucu kimyasalların yaprak klorofil düzeylerini artırmasında daralan yaprak alanından dolayı birim alana düşen klorofil miktarının artması da etkili olmaktadır [25]. Yaprak pigment miktarının artmasında; Tsegaw [26], yaprak epidermis hücreleri ile palizat ve sünger parankimalarının uzunluğunun ve genişliğinin artmasından dolayı yaprak kalınlığının artmasının, Rademacher ve ark. [27] ise Pro-Ca uygulamasının etkisiyle etilen sentezinin gerilemesinin etkili olduğunu bildirmektedir. Bulgularımızda da yaprak uygulamalarında Pro-Ca dozlarındaki artışla beraber incelenen morfolojik parametrelerde büyümeyi engelleyici etkinin arttığı belirlenirken, yaprak pigment parametrelerinde de artış tespit edilmiştir.

Araştırma sonucunda elde ettiğimiz verilere göre hıyar tohumlarının Pro-Ca içeren solüsyonlarda uzun süreli bekletilmeleri tüm uygulama dozlarında boy kontrolünü sağlamada yapraktan yapılan uygulamalarından daha etkili olmuştur. Ancak 100 ve 200 ppm Pro-Ca dozları tohum uygulamalarında fide gelişimini istenilen düzeyin üzerinde engellemiştir. Dolayısı ile bu dozlarda yapılacak uygulamalarda solüsyonda bekletilme sürelerinin kademeli olarak daha düşük seviyelerinin araştırılması yerinde olabilecektir. Pro-Ca uygulama yöntem ve dozlarının yaprak pigmentasyonu üzerine etkisi genel anlamda olumlu olmuş tüm uygulamalar içerisinde en yüksek değerler tohuma uygulanan 50 ppm Pro-Ca dozunda tespit edilmiştir. Sonuç olarak, hıyar tohumlarının 18 saat süre ile 50 ppm dozunda Pro-Ca içeren solüsyonda bekletilmesi, ideal boy kontrolünü ve fide kalitesini sağlaması bakımından önerilmektedir.

Kaynakça

- [1] Anonim, 2018. Fide üreticileri Alt Birliği (Fidebirlik). <http://www.fidebirlik.org.tr>. (Erişim Tarihi: 15.06.2019).
- [2] Vural, H., Eşiyok, D., Duman, İ. 2000. Kültür Sebzeleri, Ege Üniversitesi Basım Evi, İzmir, 480s.
- [3] Akdemir, S. 2018. Marul (*Lactuca sativa* L.) fide kalitesi ve bitki gelişimi üzerine paclobutrazol ve prohexadione-calcium uygulamalarının etkileri. Ahi Evran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 87s, Kırşehir.
- [4] Şeniz, V. 1998. Sebzecilikte Fide Yetiştiriciliği ve Sorunları, T.A.V., Yalova, 47s.

- [5] Demir, K. ve Başak, H. 2008. Sebze fidelerinde büyüme kontrolü sağlayan uygulamalar. Türkiye III. Tohumculuk Kongresi, Kapadokya, 207-210.
- [6] Boztok, S. 2002. Süs bitkilerinde büyüme düzenleyicilerin kullanım alanları. 2. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi. Antalya Narenciye ve Seracılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Antalya. Tübitak Yayınları, 361-368.
- [7] Uslu, A., Özgür, M. 2002. Hıyar Fidesi Yetiştiriciliğinde Boylanmanın Kontrolü Üzerine Bazı Büyümeyi Düzenleyici Maddelerin Etkisi. VI. Sebze Tarımı Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Uludağ Üniversitesi Basımevi, Bursa, 49-56.
- [8] Sevgican, A. 2002. Örtüaltı Sebze Yetiştiriciliği, cilt 1. Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 528, İzmir, 476.
- [9] Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24: 1-15.
- [10] Özbay, N. ve Ergun, N. 2015. Prohexadione calcium on the growth and quality of eggplant seedlings. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 50(10), 932-938.
- [11] Çakırbay, İ.F., Dursun, A. 2014. Prohexadione-Calcium Uygulamalarının Domates (*Lycopersicon esculentum* L.) Fide Kalitesi Üzerine Etkileri. 10. Sebze Tarımı Sempozyumu. 2-4 Eylül, Tekirdağ.
- [12] Ergun, N. 2007. Effects of Prohexadione -Calcium on Cucumber Seedlings Quality and Plant Growth. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 48s, Kahramanmaraş.
- [13] Pasian, C.C., Bennett, M.A. 2001. Paclobutrazol Soaked Marigold, Geranium and Tomato Seeds Produce Short Seedlings. HortScience, 36 (4):721-723.
- [14] Geboloğlu N., Durukan A., Sağlam, N., Doksöz S., Şahin S. Ve Yılmaz, E. 2015. Patlıcanda fide gelişimi ve fide kalitesi ile paclobutrazol uygulamaları arasındaki ilişkiler. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi 8 (1): 62-66.
- [15] Evans, R. R., Evans, R.E. and Rademacher, W.1997. ProhexadioneCalcium for Suppression of Vegetative Growth in Eastern Apples. Acta Horticulturae 451: 663-666.
- [16] Metin, R. 2009. Prohexadione-Calcium uygulamalarının biberde (*capsicum annuum* l.) fide kalitesi, bitki gelişimi ve verimi üzerine etkileri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, 42s, Kahramanmaraş.
- [17] Ilias I, Ouzounidou G, Giannakoula A, Papadopoulou P. 2007. Effects of gibberellic acid and prohexadione-calcium on growth, chlorophyll fluorescence and quality of okra plant. Biol. Plant. 51(3): 575-578.
- [18] Bekheta, M. A., Abdelhamit, M.T., El-Morsi, A.A. 2009. Physiological response of *vicia faba* to prohexadione-calcium under saline conditions. *Planta daninha*, v.27, s.769-779.
- [19] Weaver, R.J. 1972. Plant growth substances in agriculture, San Francisco.
- [20] Özbaydur, İ. ve Özcan, N. 1990. Süs bitkileri yetiştiriciliğinde bitki regülatörlerinin kullanımı, diploma tezi, E.Ü. Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 23s.
- [21] Davies, T.D., Curry, E.A. 1991. Chemical Regulation of Vegetative Growth. Crit. Rev. Plant Sci., 10:151-188.
- [22] Evans J. R., Evans R. R. Regusci, C. L. ve Rademacher, W. 1999. Mode of Action, Metabolism and Uptake of BAS 125 W, Prohexadione Calcium. Horticult. Sci. 34, 1200-1201.
- [23] Bazzocchi, R., Giorgioni, M. E. 2003. Effects of prohexadione-ca, uniconazole and paclobutrazol on ornamental kale growth and performance under high temperatures. Acta Horticulturae 614 (2):499-505.
- [24] Kang, S.M., Kim, J.T., Hamayun, M., Hwang, IC., Khan, A.L., Kim, Y.H., Lee, I.J., 2010. Influence of prohexadione-calcium on growth and gibberellins content of Chinese cabbage grown in alpine region of South Korea. Scientia Horticulturae, 125(2): 88- 92.
- [25] Sebastian, B., Alberto, A. C., Emilio, A. F., Jose A. F. 2002. Growth, development and color response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan to paclobutrazol treatment. Sci.Hort. 1767:1-7.
- [26] Tsegaw, T., Hammes, S., Robbertse, J. 2005. Paclobutrazol-induced leaf, stem, and root anatomical modifications in potato. HortScience, 40(5), 1343-1346.
- [27] Rademacher, W. 2000. Growth Retardants: Effects on Gibberellin Biosynthesis and Other Metabolic Pathways. 51: 501-531.