

Araşidonik asidin patlıcan kallus süspansiyon kültüründe fitoaleksinin uyartımı üzerine etkisi

Sevinç KIRAN¹ Ş.Şebnem ELLİALTIOĞLU²

¹ Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü, Ankara

² Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

Sorumlu Yazar/Corresponding Author: sevinckiran@tgae.gov.tr

ORCID: 0000-0002-6756-0235

Makale Bilgisi/Article Info

Derim, 2019/36(2):141-145

doi:10.16882/derim.2019.611536

Araştırma Makalesi/Research Article

Geliş Tarihi/Received: 27.08.2019

Kabul Tarihi/Accepted: 15.10.2019



Öz

Bu çalışmanın amacı; *Verticillium* solgunluğuna dayanımın, bitki dokularında sentezlenen fitoaleksinin miktarıyla ilişkisini araştırmaktır. Çalışmada Long Purple patlıcan çeşidi (hastalığa duyarlı) ile *S. sisymbriifolium* yabancı türü (hastalığa dayanıklı) bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Elisitör olarak, arşidonik asit (5 ve 10 mM) çalışmada yer almıştır. Elisitör ile uyarım işlemi 24, 48 ve 72 saat olarak uygulanmıştır. Ekstrakte edilen maddeler gaz likit kromatografisi (GLC) cihazında analiz edilmiştir. Dayanıklı türün kallus süspansiyon kültüründe fitoaleksinin oluşumu yeterli düzeyde uyarılamamıştır. Elde edilen bulgular arşidonik asidin kallus süspansiyon kültüründe sadece Long Purple çeşitinde fitoaleksinin oluşumunu uyarmada etkili olduğu, *in vitro* koşullarda doku fazında solavetivon ve süzüntü fazında ise lubimin maddelerinin biriktiği belirlenmiştir. En yüksek madde birikimleri her iki fazda '10 mM arşidonik asit x 72 saat uyarı süresi' kombinasyonunda elde edilmiş, 'doz x uygulama süresi' etkileşimi önemli bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Dayanıklılık; Kallus Kültürü; Lubimin; Patlıcan; Solavetivon

The effect of arachidonic acid elicitor on phytoalexin stimulation in eggplant callus suspension culture

Abstract

The aim of this study was to investigate the relationship between the resistance of *Verticillium* wilt and the amount of phytoalexin, which is the defense molecules synthesized in plant tissues. In this study, Long Purple eggplant variety (disease susceptible) and *S. sisymbriifolium* wild type (disease resistant) were used as plant material. As elicitor, arachidonic acid (5 and 10 mM) was included in the study. Stimulation with elicitor lasted 24, 48 and 72 hours. Extracted substances were analyzed in gas liquid chromatography (GLC). The formation of phytoalexin was not adequately stimulated in the callus suspension culture of the resistant species. The results showed that arachidonic acid was effective in stimulating the formation of phytoalexins in the callus suspension culture in Long Purple variety, and in the *in vitro* conditions solavetivone was formed in the tissue phase and lubimin substances in the filtrate phase. The highest material accumulations were obtained in both phases: '10 mM arachidonic acid x 72 hours' 'elicitor dose x stimulation period' interaction was found to be significant.

Keywords: Callus culture; Eggplant; Lubimin; Resistance; Solavetivone

1. Giriş

Toprak kökenli hastalıklarından birisi olan *Verticillium* solgunluğu, yaygın olarak patlıcanda karşılaşılan solgunluk hastalıklarından biridir (Zhang vd., 2012). Bu hastalık, örtü altı yetiştiriciliğinin sıklıkla yapıldığı sıcak iklimlerde önemli üretim kayıplarına yol açmaktadır. Kültürel yöntemler ve kimyasal ilaçlar, ekonomik olmadığı gibi hastalıkla mücadelede çok etkin değildir. Bu hastalığa karşı yabancı türlerin dayanıklı olması, türler arasında melezlemelerde karşılaşılan güçlükler dayanıklı çeşit islahını

zorlaştırmaktadır. Fitoaleksinin, biyotik veya abiyotik strese uğrayan bitkilerde sentezlenerek biriken antimikrobiyal bileşiklere denilmektedir (Ebel vd., 1989). Fitoaleksinin, bitkilerde hastalığa karşı oluşan direnç konusunda son derece etkili olduğu bilinmektedir (González-Lamothe vd., 2009). Solanaceae familyasına ait bitki türlerinde fitoaleksinin miktarının belirlenmesi ve hastalıklara dayanıklılık ile fitoaleksinin arasında bir ilişkinin olup olmadığına yönelik çalışmalar literatürde bulunmaktadır. Biberde embriyoların radikula kısımlarını kullanarak geliştirilen kallustan hücre süspansiyonlarını kuran Hoshino vd. (1994), arşidonik asidi

uyarıcı olarak ortama ilave ettiklerinde risitin ve kapsidiol birikiminin meydana geldiğini belirlemişlerdir. Domateste uyarıcı katkısı ile hücre süspansiyon kültüründe risitin fitoaleksininin birikimi ile ilgili araştırmalar yapan D'Harlinque vd. (1995), mevalonik asidin risitin'e dönüşmesi için maya özütünün etkili dozunu, 2.5 mg ml⁻¹ olarak belirlemişlerdir. Ahmed vd. (1997), abiyotik elisitör olarak bakır sülfatın %1 oranındaki dozunu kullandıkları çalışmada, domatesin yaprakları ve meyvelerinde risitin biriktiğini tespit etmişlerdir. Desjardins vd. (1997), funguslardan başka nematodlara karşı dayanım konusunda da fitoaleksinlerin etkinliğini patates bitkisinde göstermişlerdir.

Patlıcan ıslahçıları için yabancı *Solanum* türlerinin değerli bir kaynak oluşturduğu (Robinson vd., 2000), *S. sisymbriifolium* ve *S. torvum*'un *Verticillium* solgunluğuna karşı oldukça direnç gösterdiği (Bletsos vd., 2004) bildirilmektedir. Fitoaleksinlerle *Verticillium* solgunluğu hastalığının etkileri arasındaki ilişkiler hakkında yapılan çalışmalarda; salisilik asidin ve trifluralin'in tüm uygulama dozlarının patlıcanda *V. dahliae*'ye ve kök uru nematoduna (*Meloidogyne javanica*) karşı dayanıklılığı uyarmada etkide bulunduğu (Elekçioğlu vd., 2000), bilinen beş seskiterpen olan ve *S. aethiopicum*'un kök salgılarından izole edilen lubiminik asit, lubimin, solavetivon, aethio ve lubiminol fitoaleksinlerinin fungus gelişimini engelledikleri bildirilmiştir (Nagaoka vd., 2001). Yakose vd. (2004), *Solanum abutiloides*'in kök salgısından izole ettikleri antifungal bileşik olan 3-beta-acetoxysolavetivone adındaki bu bileşiğin *Fusarium oxysporum*'un spor üretimini engellediğini rapor etmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı; patlıcan yetiştiriciliğini sınırlandıran *Verticillium* solgunluğuna dayanıklılığın bitkide sentezlenen ve biriken fitoaleksinle bir ilişkisinin olup olmadığını araşidonik asit elisitörünün kullanıldığı in vitro kallus süspansiyon kültüründe ortaya koymaktır.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışmada *V. dahliae*' ya duyarlı Long Purple kültür çeşidi (*S. melongena* L.) ile dayanıklı *S. sisymbriifolium* yabancı türü kullanılmıştır (Uslu

Kıran vd., 2007). Araştırmada araşidonik asit biyotik bir uyarıcı olarak yer almıştır. Kallus elde etmek amacıyla, aseptik koşullarda çimlendirilen tohumlardan gelişen fideler yaklaşık dört haftalık bir fide geliştirme dönemi sonunda eksplant kaynağı olarak kullanılmışlardır. Hipokotil eksplantı, genotipe ait hipokotillerin 15 mm uzunluğunda parçalara ayrılmasıyla hazırlanmış ve hormonlu Murashige ve Skoog (1962) besin ortamına kallus elde edilmesi amacıyla dikilmişlerdir. Kallus elde etmek için içerisinde 0.5 mg l⁻¹ 2,4-D+0.1 mg l⁻¹ kinetin bulunan besin ortamı kullanılmıştır. Kallus dokuları, 21 günlük aralıklarla taze ortamlara nakledilerek ve üç defa alt kültüre alınmışlardır. Besin ortamında geliştirilen kalluslar uyarıcı uygulamalarından önce hücre süspansiyon kültürüne alınmışlardır. Agarsız besin ortamı içine transfer edilen 1 g kallus doku çalkalayıcı üzerinde 14 gün boyunca inkübe edilmiştir. Bu süre sonunda kültürere uyarıcı uygulanmıştır. Araşidonik asidin etkin uyarı dozu olarak 5 ve 10 mM final konsantrasyonu kullanılmıştır. Kontrol grubuna elisitör uygulanmamıştır. Elisitör ilavesinden 24, 48 ve 72 saat sonra kallus süspansiyon kültürü vakum pompası yardımıyla doku ve süzüntü fazı olarak ayrılmış ve oluşan fitoaleksinlerin miktar ve cinsleri tayin edilmiştir. Solavetivon ve lubimin standart maddelerinin üretilmesi ve gaz likit kromatografisinde (GLC) analizleri Uslu Kıran vd. (2010)'nin açıkladığı şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışma, tesadüf parsellerinde iki faktörlü deneme desenine göre gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar arasındaki önemli farklılıklar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirmelerde MSTAT-C programı kullanılmıştır (Freed vd., 1989).

3. Bulgular ve Tartışma

Çalışmamızda inkubasyonun 14. günü sonunda genotiplerin kültüre alınmasında farklı sonuçlarla karşılaşmış, duyarlı genotipin kallus dokularında ortalama 1.14 g ağırlık artışı olurken diğer genotipte bu artış söz konusu olmamış, başlangıca göre 0.08 g ağırlık kaybı meydana gelmiştir. Ayrıca kallus renklerinin kararması bu hücrelerin canlı olmadığını düşündürmüştür. Bu nedenle *S. sisymbriifolium* türünde hücre süspansiyon kültürü sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle sadece Long Purple patlıcan çeşidine ait kallus

süspansiyon kültürünün doku ve süzüntü fazına ait bulgular değerlendirilmiştir.

3.1. Kallus dokusu fazında fitoaleksinin birikimi

Araşidonik asit ile uyarılan Long Purple çeşidine ait kallus süspansiyon kültürlerinin doku fazında sadece solavetivon belirlenmiştir. Varyans analiz sonuçları, araşidonik asit dozu ile uyarı süresi arasında interaksyon bulunduğunu ($P<0.01$) ve solavetivon miktarı için bu iki faktörün ortak etki yaptığını göstermiştir. Araşidonik asit dozları ile uyarı sürelerinin basit etkilerinin kendi aralarında sahip oldukları istatistiksel farklılıklar %1 hata düzeyi içinde önemli olmakla birlikte, bu iki faktör arasındaki interaksyonun da aynı hata düzeyi içinde önemli bulunması nedeniyle Duncan testi kullanılarak yapılan harflendirmelerde araşidonik asit dozu x uyarı süresi etkileşimine ait değerler esas alınmıştır. Bunun sonucunda belirlenen ortalama sayısal değerler Çizelge 1’de verilmiştir.

Araşidonik asit uyarı dozunun, uyarı süresine göre solavetivon birikimi üzerine etkisi Çizelge 1’de incelendiğinde, yapılan GLC analizleri sonucunda “5 mM araşidonik asit uyarı dozu x 24 saat uyarı süresi” kombinasyonu hariç diğer tüm kombinasyonlarda fitoaleksinin birikiminin meydana geldiği görülmektedir. En düşük madde birikimi tüm uygulamalar arasında “10 mM araşidonik asit dozu x 24 saat uyarı süresi” nde ($72.50 \mu\text{g g}^{-1}$ TA (taze ağırlık)) meydana gelmiştir. Araşidonik asit dozunun uyarı süresine göre solavetivon miktarı üzerine etkileri birbirinden farklılık göstermiştir. Araşidonik asidin 10 mM’lık uyarı dozu, 24 saatte $72.50 \mu\text{g g}^{-1}$ TA, 48 saatte $103.50 \mu\text{g g}^{-1}$ TA solavetivon birikimini oluştururken, 72 saat uyarı süresinde en yüksek solavetivon değerini ($124.17 \mu\text{g g}^{-1}$ TA) vermiştir.

Çizelge 1. Araşidonik asit dozunun, uyarı süresine bağlı olarak kallus süspansiyon kültürünün doku fazında solavetivon birikimi üzerine etkisi ($\mu\text{g g}^{-1}$ TA)

Araşidonik asit dozu (mM)	Uyarı süresi (saat)	Solavetivon miktarı* ($\mu\text{g g}^{-1}$ TA)
5	24	0.00 f
	48	79.17 d
	72	109.17 b
10	24	72.50 e
	48	103.50 c
	72	124.17 a

*: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler Duncan testine göre %1 hata sınırları içinde istatistiksel fark önemli bulunmuştur.

Her iki dozda da uyarı süresinin uzaması madde birikiminin artmasında istatistiksel olarak önemli derecede etkili olmuştur ($P<0.01$). Uyarı süresi uzadıkça solavetivon birikiminin arttığı çizelgeden açıkça izlenebilmektedir. Araşidonik asit ve eikosapentaenoik asit, *Phytophthora infestans*’ın iki etkin maddesi olarak bilinmektedirler ve patatestes seskiterpen fitoaleksininin oluşumunu sağlamaktadırlar (Bostock ve Kuc, 1981). Bu elisitörler patatestes solavetivon, fituberin risitin, lubimin, ve fituberol fitoaleksininin oluşumunu uyarmaktadırlar (Rozhnova vd., 2003; Ozeretskovskaya vd., 2004). Bu çalışmada incelenen kültürün doku fazında araşidonik asit, lubiminin biyosentetik öncül maddesi olan solavetivonun yüksek miktarda birikimini sağlamıştır. Bu durum *V. dahliae* hastalığına dayanıklılık ile solavetivon birikiminin arasında bir korelasyon olabileceğini işaret etmiştir.

3.2. Kallus süzüntü fazında fitoaleksinin birikimi

Araşidonik asidin 5 mM ve 10 mM dozlarının Long Purple patlıcan çeşidine ait kallus süspansiyon kültürlerine uyarıcı olarak uygulandığı denemede; uyarıdan 24, 48 ve 72 saat sonra süzüntü fazında biriken fitoaleksininin cins ve miktarları belirlenmiştir. Araşidonik asit uygulanan kültürlerde süzüntü fazında sadece lubimin belirlenmiştir. İstatistiksel analiz bulguları, araşidonik asit dozu ile uyarı süresi arasında interaksyon bulunduğunu ve süzüntü fazında biriken lubimin miktarı üzerinde bu iki faktörün ortak etki yaptığını işaret etmiştir. Asit dozlarının ve uyarı sürelerinin sahip oldukları basit etkiler kendi içlerinde incelendiğinde %1 hata sınırları içerisinde önemli görünmekle birlikte, aynı faktörler arasındaki interaksyonun da yine %1 hata düzeyi içinde önemli bulunması nedeniyle Duncan testi kullanılarak yapılan harflendirmelerde “araşidonik asit dozu x uyarı süresi” etkileşimine ait değerler esas alınmıştır.

Çizelge 2. Araşidonik asit dozunun, uyarı süresine bağlı olarak kallus süspansiyon kültürünün süzöntü fazında lubimin birikimi üzerine etkisi ($\mu\text{g ml}^{-1}$)

Araşidonik asit dozu (mM)	Uyarı süresi (saat)	Lubimin miktarı* ($\mu\text{g ml}^{-1}$)
5	24	31.20 f
	48	82.55 d
	72	114.83 b
10	24	66.18 e
	48	87.08 c
	72	194.25 a

*: Aynı sütunda farklı harfleri taşıyan değerler Duncan testine göre %1 hata sınırları içinde istatistiksel fark önemli bulunmuştur.

Bunun sonucunda elde edilen ortalama sayısal değerler Çizelge 2'de verilmektedir. Uyarı dozunun, uyarı süresine bağlı olarak lubimin birikimi üzerine etkisi Çizelge 2'de izlendiğinde, yapılan GLC analizleri sonucunda "10 mM araşidonik asit uyarı dozu x 24 saat uyarı süresi" ile "10 mM araşidonik asit uyarı dozu x 48 saat uyarı süresi" kombinasyonları hariç diğer tüm uygulamalar arasında araşidonik asit dozunun uyarı süresine göre lubimin birikimine etkileri birbirinden farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Araşidonik asidin 10 mM'lık uyarı dozu, 72 saat uyarı süresinde en yüksek lubimin değerini vermiştir ($194.25 \mu\text{g ml}^{-1}$). Her iki dozda da uyarı süresinin uzaması madde birikiminin artmasında etkili olmuştur.

Bu çalışmada araşidonik asit elisitörü, uyarı süresi ve dozuna bağlı olarak lubimin fitoaleksini birikimine neden olmuştur. Hassas çeşit, *Verticillium* kimyasal bileşimini algılayıp daha erken cevap vermiş, doz yükseldiğinde ve süre uzadığında sadece lubimin harekete geçebilmiştir. Daha önce yapılan araştırmalarda, birçok araştırmacı, araşidonik asit elisitörünün, farklı bitkilerde fitoaleksini elde etmek için kullanılabilirliği bildirilmiştir (Hoshino vd.,1994; Ahmed vd., 1997; Sevin vd., 2010; Raaymakers ve Van den Ackerveken, 2015).

4. Sonuç

S. sisymbriifolium türü, *in vitro* koşullarda tohum çimlenmesi, kallus gelişimi, süspansiyon kültürüne alınabilme özellikleri bakımından, *S. melongena* cv. Long Purple'dan tamamen farklı yanıt vermiş, deneme koşullarımızda doku kültüründe beklenen gelişmeyi sağlayamamıştır. Elisitör olarak kullanılan araşidonik asit dozları ile uyarı süreleri arasında fitoaleksini birikimi özelliğine etki bakımından Long Purple çeşidinde interaksiyon bulunduğu belirlenmiş; genel olarak doz ve sürenin

artması, fitoaleksini birikimini olumlu yönde etkilemiştir. Uyarı süresindeki artışın, dozdaki artıştan bir miktar daha fazla etki yaptığı izlenimi edinilmiştir. 72 saat süreyle 10 mM araşidonik asitle uyarım işlemine tabi tutulan kallus süspansiyonlarının doku ve süzöntü fazlarında genel olarak yüksek fitoaleksini birikimlerine sahip olmuştur. Fitoaleksini cinsi ve birikim miktarı bakımından kültür koşullarının farklılık gösterdiği görülmüş, doku fazında solavetivon, süzöntü fazında ise lubimin birikimi görülmüştür. Patlıcanda da *V. dahliae*'ye dayanım, fitoaleksini sentezleme ve biriktirme yeteneğiyle bağlantısının tam olarak anlaşılabilmesi için, farklı süre ve doz kombinasyonları ile farklı çeşitler arasındaki farkın ortaya konulması gerekmektedir. Böylece *Verticillium* solgunluğuna dayanım özelliğinin, fitoaleksini miktarıyla ilişkisinin anlaşılabilmesi ve net yorumlar yapılabilmesi mümkündür.

Teşekkür

Bu yayın Ankara Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Müdürlüğü tarafından desteklenmiş "Bazı *Solanum* türlerinde kallus süspansiyon kültürü kullanılarak *Verticillium dahliae* 'ye dayanıklılık ile fitoaleksini oluşumu arasındaki ilişkinin belirlenmesi" isimli doktora tez projesinden hazırlanmıştır.

Kaynakça

- Ahmed, E.S., El- Essaway, A.A., Abou El-Hawa, M.E., Ezzat, S.M., & Metwaly, M.B. (1997). Biotic and abiotic initiators for rishitin formation and accumulation in tomato. *Folia Microbiologica*, 42(5):468-472.
- Bletsos, F.A., Stavropoulos, N.I., Papadopoulou, P.P., & Antonopoulou, P.D. (2004). Evaluation of eggplant (*Solanum melongena* L.) germplasm for resistance to *Verticillium* wilt. *Advances in Horticultural Science*, 18(1):33-37.
- Bostock, R.M., & Kuc, J.A. (1981). Eicosapentaenoic and arachidonic acid from *Phytophthora infestans*

- elicit fungotoxic sesquiterpenoids in the potato. *Science*, 212(4490):67-69.
- Desjardins, A.E., McCormick, S.P., Plaisted, R.L., & Brodie, B.B. (1997). Association between solanetivone production and resistance to *Globodera rostochiensis* in potato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(6):2322-2326.
- D'harlinque, A., Mamdouh, A.M., Malfatti, P., Souline, M.C., & Bombeix, G. (1995). Evidence for rishitin biosynthesis in tomato cultures. *Phytochemistry*, 39(1):69-70.
- Ebel, J., Cosio, E.G., Grab, D., & Haberer, H. (1989). Stimulation of phytoalexin accumulation in fungus-infected roots and elicitor-treated cell cultures of soybean (*Glycine max* L.). Primary and Secondary Metabolism of Plant Cell Cultures II (ed: Kurz, W.G.W.), p. 229-236. Berlin, Springer Verlag.
- Elekçioğlu, I.H., Canihoş, Y., Özgönen, H., Söğüt, M.A., Albajes, R., & Şekeroğlu, E. (2000). Induction of resistance on eggplants against *Verticillium* wilt disease and root-knot nematodes using biotic and abiotic factors. *Bulletin OILB-SROP*, 23(1):63-69.
- Freed, R., Einensmith, S.P., Guets, S., Reicosky, D., Smail, V.W., & Wolberg, P. (1989). User's guide to MSTAT-C, an analysis of agronomic research experiment. Michigan State University, USA.
- González-Lamothe, R., Mitchell, G., Gattuso, M., Diarra, M.S., Malouin, F., & Bouarab, K. (2009). Plant antimicrobial agents and their effects on plant and human pathogens. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(8):3400-3419.
- Hoshino, T., Chida, M., Yamaura, T., Yoshizaura, Y., & Mizutani, J. (1994). Phytoalexin induction in green pepper cell cultures treated with arachidonic acid. *Phytochemistry*, 36(6):1417-1419.
- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiology Plantarum*, 15(3):473-497.
- Nagaoka, T., Goto, K., Watanabe, A., Sakata, Y., & Yoshihara, T. (2001). Sesquiterpenoids in root exudates of *Solanum aethiopicum*. *Zeitschrift für Naturforschung. Section C Biosciences*, 56(9-10):707-713.
- Ozeretskoykaya, O.L., Varlamov, V.P., Vasyukova, N.I., Chalenko, G.I., Gerasimova, N.G., & Panina, Y.S. (2004). Influence of systemic signal molecules on the rate of spread of the immunizing effect of elicitors over potato tissues. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 40(2):213-216.
- Raaymakers, T.M., & Van den Ackerveken, G. (2015). Extracellular recognition of oomycetes during biotrophic infection of plants. *Frontiers in Plant Science*, 7:906. doi: 10.3389/fpls.2016.00906.
- Robinson, R.W., Shail, J.W., Gao, Y., & Doganlar, S. (2000). Interspecific hybridization of eggplant for *Verticillium* wilt resistance and other useful traits. <http://bgard-sci.kund.nl/eggnet/egginfo>. Erişim tarihi: 01.09.2003.
- Rozhnova, N.A., Gerashchenkov, G.A., & Babosha, A.V. (2003). The effect of arachidonic acid and viral infection on the phytohemagglutinin activity during the development of tobacco acquired resistance. *Russian Journal of Plant Physiology*, 50(5): 661-665.
- Sevin, M., Sevin, N., Uslu Kıran, S., & Ellialtıoğlu, Ş. (2010). Determination of relation between resistance to *Verticillium dahliae* Kleb. and phytoalexins accumulation in some *Solanum* species (in Turkish). *Proceedings of the VIII. National Vegetable Growing Symposium*, Van, Turkey. p: 444-447.
- Uslu Kıran, S., Ellialtıoğlu, Ş., Dolar, F.S., Üstün, A.S., Mehmetoğlu, Ü., & Bayraktar, H. (2007). Patlıcanda *Verticillium* solgunluğuna dayanıklılık ile kallus kültüründe solanetivon birikimi arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1):45-53.
- Uslu Kıran, S., Ellialtıoğlu, Ş., Mehmetoğlu, Ü., Üstün, S. (2010). Patlıcandaki bazı fitoaleksinlerin hastalıklara dayanıklılık özelliği ile ilişkileri ve analiz yöntemleri. *VIII. Sebze Tarımı Sempozyumu*, 23-26 Haziran 2010, Van. Bildiri Kitabı (Eds: Yaşar, F., Çavuşoğlu, Ş., Biçim, M.), s. 448-454.
- Yakose, T., Kamoto, K., Park, S., Matsuura, H., & Yoshihara, T. (2004). Anti-fungal sesquiterpenoid from the root exudate of *Solanum abutiloides*. *Bioscience Biotechnology and Biochemistry*, 68(12): 2640-2642.
- Zhang, W.W., Wang, S.Z., Liu, K., Si, N., Qi, F.J., & Jian, G.J. (2012). Comparative expression analysis in susceptible and resistant *Gossypium hirsutum* responding to *Verticillium dahliae* infection by cDNA-AFLP. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 80:50-57 doi.org/10.1016/j.pmp.2012.09.001.