

Patlıcan Kallus Kültüründe Fitoaleksin Uyarımı Üzerinde Araşidonik Asit Elisitörünün Etkisi

Sevinç KIRAN^{1*} Şebnem KUŞVURAN² Şebnem ELLİALTIOĞLU³ A.Sülün ÜSTÜN⁴ Ülkü MEHMETOĞLU⁵

¹Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü, Ankara

²Çankırı Karatekin Üniversitesi, Kızılırmak Meslek Yüksekokulu, Çankırı

³Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara

⁴Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Ankara

⁵Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara

*Sorumlu yazar

e-mail: sevincikiran@gmail.com

Geliş Tarihi : 28 Kasım 2013

Kabul Tarihi : 19 Aralık 2013

Özet

Yabani tür *Solanum sisymbriifolium*, aralarında *Verticillium dahliae*'ye dayanıklılık özelliğinin de bulunduğu pek çok biyotik ve abiyotik stres faktörüne karşı; patlıcanın kültür formu olan *S.melongena*'ya göre daha yüksek dayanıma sahiptir. *Verticillium* solgunluğuna dayanım özelliğinin bitki dokularında sentezlenen savunma molekülleri olan fitoaleksinin miktarıyla ilişkisini incelemek, bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Hastalığa duyarlı Long Purple patlıcan çeşidi ve dayanıklı *S.sisymbriifolium* yabani türü, bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Her iki genotipe ait hipokotil eksplantlarından kallus elde edilebilmesi için 0.5 mg L⁻¹ 2,4-D ve 0.1 mg L⁻¹ kinetin ilave edilen MS ortamı kullanılmıştır. Araşidonik asitin 5 ve 10 mM dozları elisitör olarak kullanılmıştır. Elisitör uygulamasından 24, 48 ve 72 saat sonra uyarım işlemine son verilmiştir. Solavetivon, lubimin ve risitin fitoaleksinlerinin standartlarının elde edilmesinde ince tabaka kromatografisi yöntemi kullanılarak, uyarıcı uygulanmış patates yumrularından yararlanılmıştır. Ekstrakte edilen maddeler GLC'nde analiz edilmiştir. Araşidonik asitin patlıcan dokularında fitoaleksinin oluşumunu uyarma konusunda etkili olduğu, *in vitro* koşullarda solavetivon maddesini biriktirdiği belirlenmiştir. En yüksek madde birikimi '10 mM araşidonik asit x 72 saat uyarı süresi' uygulanmasından elde edilmiş, 'doz x süre' etkileşimi önemli bulunmuştur. Çalışmada kullanılan elisitör dozları, dayanıklı türün kallus kültüründe fitoaleksinin oluşumunu yeterli düzeyde uyaramamıştır. Bu nedenle dayanım ile fitoaleksinin birikim miktarı arasında doğrudan ilişki bulunamamıştır. Dayanıklılık ve fitoaleksinin etkileşimi üzerinde devam edecek çalışmalara gereksinim duyulduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Solanum melongena* L., *S.sisymbriifolium* L., solavetivon, kallus, araşidonik asit

Influence of Arachidonic Acid Elicitation on Phytoalexin Production in Callus Cultures of Eggplant

Abstract

Wild species *Solanum sisymbriifolium* has a high resistance against many biotic and abiotic stress factors including *Verticillium dahliae* resistance, with respect to *S.melongena* that is culture form of eggplant. In this study we aimed to obtain some information about the mutual influence of " phytoalexin accumulation - resistance to *V.dahliae*" by using genotypes which are resistant (*S. sisymbriifolium*) or susceptible (Long Purple eggplant variety) to *V.dahliae* and in the period of time after the elicitation treatment and two different dosages of arachidonic acid elicitor. In order to obtain callus from hypocotyle explants of the *in vitro* eggplant seedlings, 0.5 mg L⁻¹ 2,4-D and 0.1 mg L⁻¹ kinetin added to the MS medium was used. 5 and 10 mM arachidonic acid were used as elicitor. 24, 48 ve 72 hours were used as elicitation time. Thin-layer chromatography technique was used to obtain solavetivone, lubimin and rishitin phytoalexins standards by using the elicited potato tubers. The extracted substances were analyzed with GLC. Solavetivone phytoalexin accumulation was determined in the callus cultures of the eggplant genotypes. The highest accumulation was obtained in "10 mM arachidonic acid x 72 hours elicitation" application. The interactions of "cultivar x elicitor concentration x elicitation time" were effective on the solavetivone accumulation. The elicitor doses used in this study was insufficient for phytoalexin accumulation in resistance species under callus culture conditions. However, at the end of the experiments we made with *in vitro* conditions it was concluded that it would not be possible to establish a reliable and definite relationship about the resistance of different genotypes to *V.dahliae*, by determining the phytoalexin accumulation.

Keywords: *Solanum melongena* L., *S.sisymbriifolium* L., solavetivone, callus, arachidonic acid

GİRİŞ

Verticillium solgunluğu, toprak kökenli bir patojenin yol açtığı patlıcan hastalıklarından birisi olup yaygın olarak karşılaşılan solgunluklardandır. Bu hastalık özellikle patlıcanın örtü altı yetiştiriciliğinin yoğun olarak yapıldığı sıcak bölgelerde önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Kültürel yöntemler kullanılarak hastalıktan kurtulma çabaları ve tarım ilaçları kullanılarak yapılan savaşım, çok fazla etkin olmadığı gibi ekonomik de değildir. *Verticillium* solgunluğuna karşı dayanıklılığın yabancı türlerde bulunması ve türler arasında melezlemelerin yapılmasında karşılaşılan biyolojik engeller, dayanıklı çeşitlerin elde edilmesini ve kullanımını pratik anlamda olanaksız kılmaktadır.

Bitkilerin biyotik ve abiyotik bir etmene maruz kalmaları sonucu, bitkide sentezlenerek biriken küçük molekül ağırlığına sahip antimikrobiyal bileşiklere fitoaleksine adı verilmektedir [9]. Fitoaleksine birikiminin belirlenmesi; bununla çeşitli hastalıklara karşı dayanıklılık özelliği arasında bir ilişkinin olup olmadığına yönelik çalışmalar ile ilgili olarak *Solanaceae* familyasına ait bitki türlerinde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Domateste hücre süspansiyon kültüründe uyarıcı katkısı ile risitin fitoaleksininin birikimini sağlamaya yönelik araştırmalar yapan D'Harlinque ve ark. [8], [2-14C] MVA (mevalonik asit)'in risitine dönüşmesi için en iyi maya özütü dozunun 2.5 mg ml⁻¹ olduğunu belirlemişlerdir. Ahmed ve ark. [1], %1 oranında bakır sülfat içeren eriyiği abiyotik elisitör olarak uyguladıkları domates bitkilerinin yaprakları ve meyvelerinde risitin fitoaleksininin oluştuğunu belirlemişlerdir. Biberde başlangıç eksplantı olarak çimlenen embriyoların radikula kısımlarını kullanan ve buradan geliştirilen kallustan hücre süspansiyonlarını kuran Hoshino ve ark. [11], uyarıcı olarak arşidonik asidi (arachidonic acid) hücre süspansiyonlarına ilave ettiklerinde kapsidiol ve risitin birikiminin gerçekleştiğini, Mehmetoğlu ve Curtis [16] de, *Hyoscyamus muticus* bitkisinde yaptıkları araştırmalarında hidrojen peroksit, metil jasmonat, salisilik asit ve etanol elisitörlerinin lubimin ve solavetivon birikimini artırdıklarını bildirmişlerdir. Dejardins ve ark. [7], funguslardan başka (Uslu-Kiran ve ark., 2007). Araştırmada biyotik bir uyarıcı olarak arşidonik asit (Sigma Cat. No: A-9673) kullanılmıştır.

nematodlara karşı dayanım konusunda da fitoaleksinin etkinliğini patates bitkisinde göstermişlerdir.

Verticillium solgunluğu hastalığının etkileri ve fitoaleksinlerle ilişkileri ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda; *V. dahliae*'nin hücre zarlarında bulunan lipitlerdeki yağ asitlerinin analizi ve bu maddelerin patlıcanda lubimin birikimini uyarma etkisi üzerinde sırasıyla Araşidonik asit ve linoleik asidin etkili olduğu [4], patlıcanda kök uru nematoduna (*Meloidogyne javanica*) ve *V.dahliae*'ye karşı dayanıklılığı uyarmada uygulanan salisilik asidin ve trifluralin'in tüm uygulama dozlarının misel gelişimini engelleyici etki yaptığı [10], *S. aethiopicum*'un kök salgılarından izole edilen ve bilinen beş seskiterpen olan solavetivon, lubimin, lubiminik asit, aethio ve lubiminol fitoaleksininin fungus gelişimi üzerinde engelleyici etkide bulunduğu [18], *Fusarium oxysporum* f.sp. *melongenae*, *V.dahliae* ve *Ralstonia solanacearum* gibi toprak kaynaklı patojenlere karşı oldukça dayanıklı olduğu bilinen *Solanum abutiloides*'in kök salgısından yeni bir antifungal bileşiğin izole edildiği, 3-beta-acetoxysolavetivone adındaki bu bileşiğin *Fusarium oxysporum*'un spor üretimini engellediği bildirilmiştir [26]. Yabancı *Solanum* türlerinin patlıcan ıslahçıları için değerli bir kaynak oluşturduğu [21], *Verticillium* solgunluğuna karşı *S.sisymbriifolium* ve *S.torvum*'un oldukça direnç gösterdiği [2] bildirilmektedir.

Burada sonuçları sunulan çalışmanın amacı; patlıcanda tüm dünyada ve ülkemizde yetiştiriciliği olumsuz yönde etkileyen *Verticillium* solgunluğuna dayanıklılık özelliğinin bitki dokularında fitoaleksine sentezlemesi ve birikimiyle bir ilgisinin olup olmadığını *in vitro* koşullarda ve arşidonik asit elisitörünün kullanıldığı deneylerle belirlemeye çalışmak olmuştur.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışmada iki farklı patlıcan genotipi kullanılmıştır. Bunlardan birisi *V. dahliae* hastalık etmenine duyarlı Long Purple kültür çeşidi (*S.melongena* L.) olup, diğeri ise bu hastalığa yüksek dayanım gösterdiği bilinen *S. sisymbriifolium* yabancı türüne ait bir hattır

Kallus Elde Etme

Aseptik koşullarda çimlendirilen tohumlardan gelişen fideler yaklaşık dört

haftalık bir fide geliştirme dönemi sonunda eksplant kaynağı olarak kullanılmışlardır. Her iki genotipe ait hipokotillerin 15 mm uzunluğunda parçalara ayrılmasıyla hipokotil eksplantı hazırlanmış ve kallus elde edilmesi amacıyla içerisinde 4 farklı hormon kombinasyonu bulunan besin ortamlarına dikim yapılmıştır. Patlıcan eksplantlarından kallus elde etmek için 0.5 mg L^{-1} 2,4-D + 0.1 mg L^{-1} kinetin ilave edilmiş Murashige ve Skoog [17] ortamı kullanılmıştır. Kontrol grubu olarak hormonsuz ortama dikilen eksplantlar değerlendirilmiştir. Eksplantların dikiminden 21 gün sonra tüm ortamlar üzerinde oluşan kallus dokuları petri kutularındaki ana eksplanttan ayrılarak her iki genotipin de iyi gelişim gösterdiği 0.5 mg L^{-1} 2,4-D + 0.1 mg L^{-1} kinetin içeren besin ortamına transfer edilmiştir. Kallus dokuları, 21 günlük aralıklarla aynı bileşime sahip taze ortamlara transfer edilerek üç kez alt kültüre alınmışlardır.

Elisitör Uygulaması ve Analizler

Long Purple ve *S. sisymbriifolium* kallusları, içinde besin ortamı bulunan petri kutularına aktarılmış, bu aktarma işlemini takip eden 14. gün araşidonik asit elisitörü damlatılarak uygulanmıştır. Uyarıcı uygulamalarının ardından 24, 48 ve 72 saat sonra kalluslar analiz yapıncaya dek -40°C 'deki derin dondurucuda saklanmıştır. Araşidonik asidin 5 ve 10 mM etkin uyarı dozu (final konsantrasyon) kullanılmıştır.

Saf risitin, lubimin ve solavetivon elde edilmesi ve Gaz likit kromatografisi (GLC) analiz işlemleri Uslu-Kıran [24] tarafından açıklandığı şekilde yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Araşidonik asit elisitörünün *S. melongena* cv. Long Purple ve *S. sisymbriifolium* kallus kültürlerinde fitoaleksinin oluşumuna etkisi Şekil 1'de gösterilmiştir. Araşidonik asit elisitörü uygulanan Long Purple çeşidine ait kallus kültürlerinde solavetivon birikimi olmuş ve bunun miktarı, Araşidonik asit dozu ile uyarı süresine bağlı olarak değişmiştir. Ortaya çıkan bu değişim, yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur ($p < 0,01$). Araşidonik asit uyarı dozundaki artış, uyarı süresine bağlı olarak istatistiksel farklılığa sahip solavetivon miktarları vermiştir. “5 mM Araşidonik asit dozu x 24 saat uyarı süresi” ve “5 mM Araşidonik asit dozu x 48 saat uyarı süresi”

kombinasyonları madde birikimi sağlayamamıştır. Süre 72 saate uzadığında $120.84 \pm 2.04 \text{ } \mu\text{g/g}$ TA solavetivon birikimi oluşturmuştur. “10 mM Araşidonik asit dozu x 24 saat uyarı süresi” ve “10 mM Araşidonik asit dozu x 48 saat uyarı süresi” arasında solavetivon birikimi yönünden önemli bir farklılık bulunmamış (82.22 ± 0.57 ve $90.83 \pm 0.53 \text{ } \mu\text{g/g}$ TA), 72 saatte ise bu denemenin en yüksek madde ölçümü gerçekleşmiştir ($131.67 \pm 1.66 \text{ } \mu\text{g/g}$ TA) (Çizelge 1).

Çizelge 1. Long Purple patlıcan çeşidinde araşidonik asit dozlarının, uyarı süresine bağlı olarak kallus kültürlerinde solavetivon birikimi üzerine etkisi ($\mu\text{g/g}$ TA).

Araşidonik asit dozu (mM)	Uyarı süresi (saat)	Solavetivon miktarı ($\mu\text{g/g}$ TA)
5	24	0.00 ± 0.00 B
	48	0.00 ± 0.00 B
	72	120.84 ± 2.04 A
10	24	82.22 ± 0.57 B
	48	90.83 ± 0.53 B
	72	131.67 ± 1.66 A

%1 hata sınırları içinde Duncan testine göre fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Uyarı süresinin, uyarı dozuna bağlı olarak kallus kültüründe solavetivon birikimi üzerine etkisi incelendiğinde ise; 24 ve 48 saat uyarı süreleri sonunda 5 mM Araşidonik asit dozu kullanılan kültürlerde solavetivon oluşumunun gerçekleşmediği, ancak uyarı dozunun 10 mM'a yükseltilmesi sayesinde solavetivon birikimi meydana gelebildiği görülmüştür (sırasıyla 82.22 ± 0.57 ve $90.83 \pm 0.53 \text{ } \mu\text{g/g}$ TA). Uyarı süresinin 72 saate çıkması ile 5 mM'lık Araşidonik asit dozunun solavetivon birikimini gerçekleştirebildiği ($120.84 \pm 2.04 \text{ } \mu\text{g/g}$ TA), dozun 10 mM olması ile solavetivon artışının devam ettiği ($131.67 \pm 1.66 \text{ } \mu\text{g/g}$ TA), ancak bunun istatistiksel olarak önemli bir farklılık yaratmadığı belirlenmiştir.

Araşidonik asit, *S. sisymbriifolium* türünün kallus kültürüne uygulandığında fitoaleksinin sentezlenmesi ve birikimi üzerinde doza bağlı olarak bir etki oluşturmuştur. 5 mM dozunda uygulanan araşidonik asit, 24 ve 48 saat uyarı sürelerinde *S. sisymbriifolium* kalluslarında fitoaleksinin oluşturma bakımından yetersiz kalmıştır. 10 mM uyarı dozunda 24 saat uyarı süresi de fitoaleksinin oluşumu üzerinde etkisiz kalmıştır. Çizelge 2'de, 10 mM Araşidonik asit dozunun 48 ve 72 saatlik uyarı süreleri sonunda sırasıyla 61.67 ± 0.75 ve $114.17 \pm 1.18 \text{ } \mu\text{g/g}$ TA solavetivon birikimi sağladığı ve bu değerler

arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu görülmektedir. Uyarı süresi uzadıkça solavetivon birikiminin artarak neredeyse iki katına ulaştığı çizelgeden açıkça izlenebilmektedir. Hastalığa dayanıklı türde uygulanan elisitörlerin dozu ve süreleri, bitki hücreleri tarafından herhangi bir stres olarak algılanmayarak eşik değerin altında kalmış olabilir.

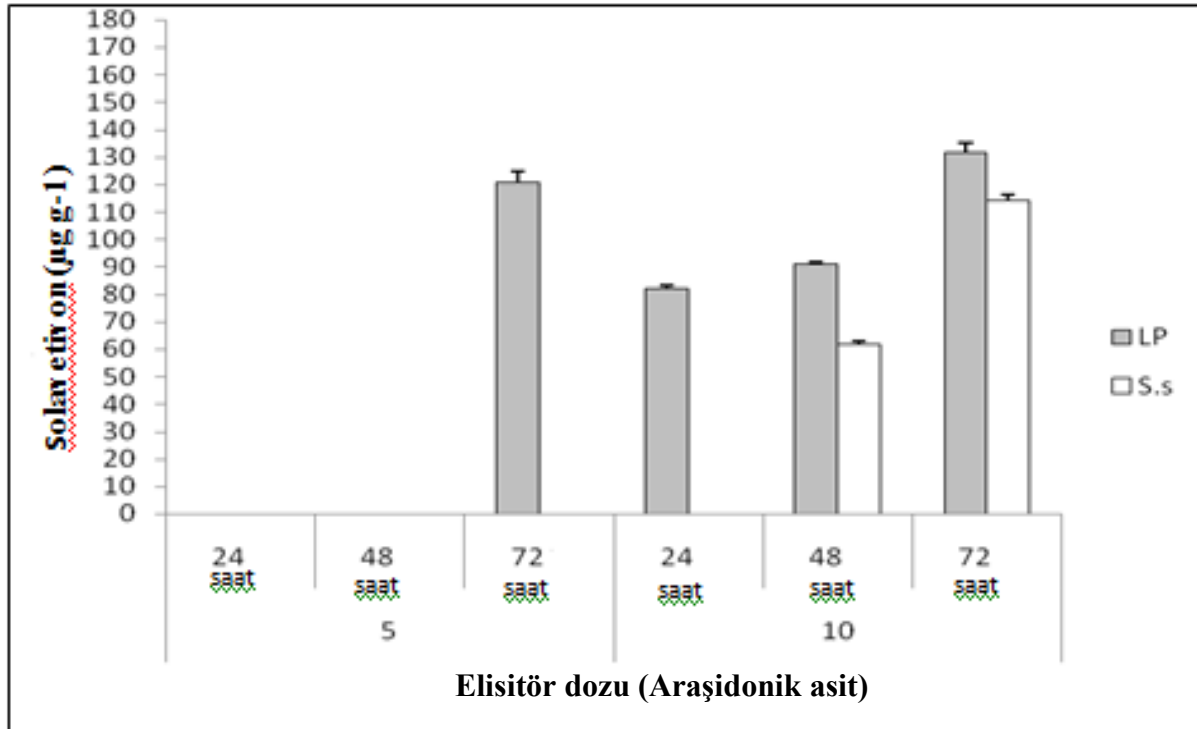
Çizelge 2. Long Purple patlıcan çeşidi kallus kültüründe, 10 mM Araşidonik asit uygulama dozunun 48 ve 72 saatlik uyarı süreleri sonunda solavetivon birikimi üzerine etkisi ($\mu\text{g/g TA}$).

Araşidonik asit dozu (mM)	Uyarı süresi (saat)	Solavetivon miktarı ($\mu\text{g/mg TA}$)
10	48	61.67 $\pm$ 0.75 B
	72	114.17 $\pm$ 1.18 A

%1 hata sınırları içinde Duncan testine göre fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Phytophthora infestans'ın bilinen iki etkin maddesi olan araşidonik asit ve eikosapentaenoik asit, patates yumrularında seskiterpen fitoaleksinlerinin oluşumunu sağlayan elisitörlerdir (Bostock ve ark., 1981).

Bu elisitörlerin patates yumrularında risitin, lubimin, solavetivone, fituberin ve fituberol seskiterpen fitoaleksinlerinin oluşumunu teşvik ettikleri bilinmektedir (Bloch ve ark., 1984). Biber hücre kültürlerine araşidonik asit uygulaması yapıldığında, süspansiyon ortamında risitin ve kapsidiol birikimleri olduğu belirlenmiştir [11]. Bu çalışmada araşidonik asit, elisitör uygulamasından sonra geçen süre ve doza bağlı olarak dayanıklı ve hassas patlıcan genotiplerine ait kalluslarda solavetivon fitoaleksini birikimine neden olmuştur. En yüksek doz ve süre, her iki genotipte de 72 saat ve 10 mM kombinasyonu olmuştur. *Verticillium* solgunluğuna dayanıklı yabani türde fitoaleksin oluşumu doz yükseldiğinde ve süre uzadığında harekete geçebilmiştir. Hassas çeşit fungal etmenin etken maddesini algılayıp daha erken cevap vermekle birlikte, dayanıklı yabani türün, fungusu kendisi için tehlike oluşturabilecek bir patojen olarak algılamadığı düşünülmüştür. Süre ve dozun artırılmasıyla çeşitler arasındaki farkın daha iyi anlaşılacağı ve net yorumlar yapılacağı yeni çalışmalara gereksinim bulunmaktadır.



Şekil 2. Araşidonik asit uygulamasının patlıcan kalluslarında solavetivon oluşumu üzerine etkisi

KAYNAKLAR

- [1] Ahmed ES, El- Essaway AA, Abou El-Hawa ME, Ezzat SM, Metwaly MB (1997). Biotic and abiotic initiators for rishitin formation and accumulation in tomato. *Folia Microbiol* 42(5): 468-472.
- [2] Bletsos FA, Stavropoulos NI, Pappadopoulou PP, Antonopoulou PD (2004). Evaluation of eggplant (*Solanum melongena* L.) germplasm for resistance to *Verticillium* wilt. *Advances in Horticultural Science* 18: 33 -37.
- [3] Brindle PA, Kuhn PJ, Threlfall DR (1983). Accumulation of phytoalexins in potato-cell suspension cultures. *Phytochemistry* 22: 2719-2721.
- [4] Castoria R, Fanelli C, Zoina A, Scala F (1995). Analysis of fatty acids in lipids of *Verticillium dahliae* and induction of lubimin accumulation in eggplant. *Plant Pathology* 44: 791-795.
- [5] Daunay MC, Lester RN, Gebhardt C, Hennart JW, Jahn M, Frary A (2000). Genetic resources of eggplant (*Solanum melongena*) and Allied. <http://bgard-ci.kund.nl/eggnet/egginfo>.
- [6] Desjardins AE, McCormick SP, Dennis LC (1995). Diversity of sesquiterpenes in 46 potato cultivars and breeding. *J.Agric. Food Chem.* 43: 2267-2272.
- [7] Desjardins AE, McCormick SP, Plaisted RL, Brodie BB (1997). Association between solavetivone production and resistance to *Globodera rostochiensis* in potato. *J.Agric.Food Chem.*45: 2322-2326.
- [8] Dharlinque A, Mamdouh AM, Malfatti P, Souline MC, Bombeix G (1995). Evidence for rishitin biosynthesis in tomato cultures. *Phytochemistry* 39: 69-70.
- [9] Ebel J, Cosio EG, 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.), 229-236. Berlin, Springer Verlag.
- [10] Elekçioğlu IH, Canihoş Y, Özgönen H, Söğüt MA, 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: 63-69.
- [11] Hoshino T, Chida M, Yamaura T, Yoshizaura Y, Mizutani J (1994). Phytoalexin induction in green pepper cell cultures treated with arachidonic acid. *Phytochemistry* 36: 1417-1419.
- [12] Jarl CI, Rietveld EM, Hass JM (1999). Single-site root inoculations on eggplant with microsclerotia of *Verticillium dahliae*. *Phytoparasitica* 27: 279-289.
- [13] Kallo G (1993). Eggplant (*Solanum melongena* L.) genetic improvement of vegetable crops. *Pergamon Press* 587-606.
- [14] Koike ST, Subbarao KV, Davis RM, Gordon TR, Hubbard JC (1994). *Verticillium* Wilt of Cauliflower in California. *Plant Disease* 78: 11.
- [15] Komaraiah P, Reedy GV, Reedy PS, Raghavendra AS, Ramakrishna SV Reddanna P (2003). Enhanced production of antimicrobial sesquiterpenes and lipoxygenase metabolites in elicitor- treated hairy root cultures of *Solanum tuberosum*. *Biotechnology Letters* 25: 593-597.
- [16] Mehmetoğlu Ü, Curtis RW (1997). Effects of Abiotic inducers on sesquiterpene synthesis in hair root and cell-suspension cultures of *Hyoscyamus muticus*. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 67: 71-77.
- [17] Murashige T, Skoog F (1962). A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiology Plant.* 15: 473-497.
- [18] 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: 707-713.
- [19] Pierik RLM (1989). In vitro Culture of Higher Plants. Mart. Nijhoff Publishers, Durdrecht, Boston, Lanchaster, 344 pp.
- [20] Ramakrishna SU, Reddy GR, Curtis WR Humphrey A (1993). Production of solavetivone by immobilized cells of *Hyocymus muticus*. *Biotechnology Letters* 15: 301-308.
- [21] Robinson RW, Shail JW, Gao Y, Doganlar S (2000). Interspecific hybridization of Eggplant for *Verticillium* wilt resistance and other useful traits. [http:// bgard-sci.kund.nl/eggnet/egginfo](http://bgard-sci.kund.nl/eggnet/egginfo).
- [22] Tomiyama K, Sakuma T, Ishizaka N, Sato N, Katsui N, Takasugi M, Masamune T (1968). A new antifungal substance isolated from resistant potato tuber tissue infected by pathogens. *Phytopathological Notes* 58, 115-116.

[23] Uslu-Kıran S, Ellialtıoğlu Ş, Dolar FS, Üstün AS, Mehmetoğlu Ü, Bayraktar H (2007). Patlıcanda *Verticillium* solgunluğuna dayanıklılık ile kallus kültüründe solavetivon birikimi arasındaki ilişkinin incelenmesi. *YYÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 12(1): 45-53.

[24] 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), s:448-454.

[25] Whitehead IM, Atkinson AL, Threlfall DR (1990). Studies on the biosynthesis and metabolism of the phytoalexin lubimin and related compounds in *Datura stramonium* L. *Planta* 182: 81-88.

[26] 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: 2640-2648.