

Bazı Uçucu Yağların Patateste (*Solanum tuberosum* L.) Bitki Aktivatörü Olarak Kullanım Olanaklarının Araştırılması

*Arif ŞANLI Tahsin KARADOĞAN Bekir TOSUN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Isparta
* Sorumlu yazar e-posta (Corresponding author e-mail): arifsanli@sdu.edu.tr

Öz

Bu araştırma, adaçayı (*Salvia officinalis* L.), kekik (*Origanum onites* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare* Miller) uçucu yağlarının patateste yumru verimi ve bazı verim parametreleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde 2014 yılında yürütülmüştür. Çalışmada Agria çeşidine ait tohumluk yumrular dikimden önce adaçayı, kekik ve rezene uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlarında (150, 300, 450 ve 600 ppm) muamele edilmiştir. Araştırmada ocak başına yumru sayısı, ocak verimi, ortalama yumru ağırlığı, pazarlanabilir yumru verimi ve dekara yumru verimi parametreleri incelenmiştir. Araştırmada ele alınan tüm özelliklerde de uçucu yağ uygulamaları, uygulama dozları ve uçucu yağ x doz interaksyonları istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Araştırmada, tohumluk yumruların farklı dozlarda hazırlanan uçucu yağ solüsyonları ile muamele edilmeleri sonucu patates bitkisinde yumru veriminin önemli ölçüde artırılabilirliği, bununla birlikte bazı uçucu yağların yüksek dozda olumsuz etki gösterebildiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Patates, uçucu yağ, verim

Investigation of Possible Usage of Some Essential Oils on Potato (*Solanum tuberosum* L.) as Plant Activator Compounds

Abstract

The present research was conducted during 2014 in order to determine of sage (*Salvia officinalis* L.), oregano (*Origanum onites* L.) and fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) essential oils on potato tuber yield and some yield parameters. Potato tubers were treated before sowing in different concentrations (150, 300, 450 and 600 ppm) sage, oregano and fennel essential oils. Tuber number per plant, tuber yield per hill, average tuber weight, marketable tuber yield and total tuber yield parameters investigated in the study. Essential oil treatments, treatment doses and treatment x dose interactions were statistically significant for the all parameters examined in the study. It was found that potato tuber yield could be increased with essential oil treatments at different concentrations; however some essential oils have to exhibit adverse effects in high doses.

Keywords: Essential oil, plant activator, potato, yield

Giriş

Patates bitkisinde kullanılan tohumluğun kalitesi, iklim ve toprak faktörleri ve sulama ve gübreleme gibi bakım işlemlerinin yanı sıra biyotik (patojenler, böcekler ve yabancı otlar gibi) ve abiyotik (kuraklık, tuzluluk, yüksek sıcaklık, soğuk ve don zararı gibi) faktörler de bitki gelişimini ve verimini önemli ölçüde etkilemektedir (Shamim et al. 2009; Urano et al. 2010). Patateste biyotik stres faktörleri %40.3, abiyotik stres faktörleri ise %54.1 oranında verim kayıplarına neden olabilmektedir (Oerke 2006; Bray et al. 2000). Patates bitkisi zayıf ve yüzlek

kök sistemi nedeniyle abiyotik stres faktörlerine karşı oldukça hassas olup, stres şartları altında yumru verimi ve kalitesi önemli ölçüde azalmaktadır (Jefferies and Mackerron, 2008; Waterer et al. 2010).

Sekonder metabolitler, bitkilerde özellikle stres şartlarında sentezlenen ve bitki savunma mekanizmasında önemli rol oynayan organik moleküllerdir (Smetanska 2008; Mazid et al. 2011). Bitkilerde sekonder metabolit konsantrasyonunun artması, biyotik ve abiyotik stres faktörlerine dayanıklılığı arttırmaktadır

(Stotz et al. 1999; Siemens and ark. 2002). Uçucu yağlar, lipofilik ve yüksek uçucu özelliğe sahip sekonder metabolitlerden oluşan kompleks karışımlardır (Sell 2010). Terpenler grubuna dahil olan bazı uçucu bileşiklerin oksidatif ve diğer abiotik stres şartlarına karşı savunma sistemi oluşturdukları, özellikle sıcaklık ve ışık stresi altında bitkilerde uçucu bileşik emisyonunun artış gösterdiği bilinmektedir (Loreto ve ark. 2006). Uçucu yağlar antimikrobiyal, antiviral, antifungal, nematoidal, insektisidal ve antioksidan aktivite gösterme gibi özellikleri nedeniyle (Dorman and Deans 2000; Cavanagh 2007; Ntalli et al. 2010; Lang and Buchbauer 2012) tarımsal üretimde stres faktörlerine karşı savunmada "doğal" alternatif yaklaşım sunmaktadır. Uçucu yağlar sentezlendikleri bitkilerde stres faktörlerine karşı koruyucu olarak görev yaparken, dış ortam için cezbedici, repellent, bazı stres şartlarına karşı dayanıklılık sağlama ve bazı kimyasal savunma sinyallerini uyarma gibi farklı ekolojik fonksiyonlar gösterebilmektedir (Holopainen 2004; Penuelas and Llusia 2004). Tıbbi ve aromatik kullanımlarının dışında farklı özelliklere sahip sekonder metabolitleri içeren uçucu yağlar, tarımsal üretimde özellikle bitki hastalık ve zararlıları ile mücadelede etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Bununla birlikte, uçucu yağların bitkilerde doğrudan verim ve kalite üzerine etkileri konusunda yeterli çalışma yapılmamıştır. Bu araştırmada, tohumluk yumrulara uçucu yağ uygulamalarının patatesten verim ve bazı verim parametrelerine etkilerinin belirlenerek, bu bileşiklerin bitki aktivatörü olarak kullanım olanaklarının araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Bu araştırma, Akdeniz bölgesinde yer alan Isparta (37° 45' N, 30° 33' E, yükseklik 1035 m) ilinde 2014 yılında yürütülmüştür. Tekstür bakımından tınlı özellikte olan araştırma alanı topraklarında organik madde miktarı %1.35 (Walcey-Black metoduna göre), toplam azot %0.31 (Makro Kjeldhal yöntemine göre), kullanılabilir fosfor 18.2 mg kg⁻¹ (Olsen metoduna göre), değişebilir potasyum 217 mg kg⁻¹ ve pH 8.1 (1:2.5) olarak belirlenmiştir. Araştırma yılında vejetasyon süresi (Nisan-Eylül) içerisinde düşen toplam yağış miktarı (215 mm) uzun yıllar ortalamasından (173 mm) yüksek olarak gerçekleşmiştir. Nisan – Eylül aylarına ait ortalama sıcaklık derecesi (20.2 °C) uzun yıllar ortalamasının (18.5°C) üzerinde

gerçekleşmiştir. Araştırmada, ülkemizde yoğun olarak tarımı yapılan, orta geççi özellikteki Agria çeşidi (2013 yılında sertifikalı yumruların dikilmesi ile üretilen 1. kademedeki yumrular) ile adaçayı (*Salvia officinalis* L.), kekik (*Origanum onites* L.) ve rezene (*Foeniculum vulgare* L.) bitkilerinin etken madde taşıyan kısımlarından elde edilen uçucu yağlar materyal olarak kullanılmıştır. Tohumluk yumrular su ve Tween-80 (su hacminin %0.1'i kadar) kullanılarak farklı konsantrasyonlarında (150, 300, 450 ve 600 ppm) hazırlanan uçucu yağ solüsyonlarında muamele edilmiştir. Bu amaçla göz sayısı bakımından homojenize edilmiş ortalama ağırlıkları 80-90 g olan tohumluk yumrular farklı konsantrasyonlardaki uçucu yağ solüsyonları içerisinde 5'er dakika süreyle muamele edilmiş ve daha sonra karanlık ortamda dikim zamanına kadar kasalar içerisinde bekletilmiştir (Germchi et al. 2011).

Tohumluk yumrular 1 Mayıs tarihinde patates dikim makinası ile 30 x 70 cm mesafe ile 6.6 m uzunluğundaki parsellere 4'er sıra halinde dikilmiştir. Çalışma, Tesadüf Blokları Deneme Planında Faktöriyel Düzenlemeye göre 3 tekerrürlü olarak planlanmıştır. Çalışmada 42 parsel (3 uçucu yağ x 4 doz + kontrol + Tween-80 x 3 tekerrür) oluşturulmuş, deneme toplamda 1150 m² alanda kurulmuştur. Çalışmada hiçbir uygulama yapılmayan ve Tween-80 (% 0.1) + saf su uygulanan yumrular kontrol olarak değerlendirilmiştir. Dikimden önce yumrulara fungusit ve insektisit uygulaması yapılmamıştır. Dikim öncesinde dekara saf 10 kg azot, fosfor ve potasyum gelecek şekilde 15-15-15 kompoze gübresi, boğaz doldurma ile birlikte de 10 kg/da saf azot hesabı ile Amonyum nitrat (% 33 azot) gübresi uygulanmıştır (Şanlı ve Karadoğan 2012). Bitkilerin ihtiyaç duyduğu su, damla sulama sistemi ile karşılanmış, bu amaçla haftalık 4'er saat süre ile sulama yapılmıştır. Yabancı ot mücadelesi çıkış öncesi herbisit (Senkor wp 70 (% 70 Metribuzin) kullanılarak yapılmıştır. Hasat, yumrularda kabuk oluşumunun tamamlandığı dönem dikkate alınarak her parselde ayrı ayrı yapılmıştır. Her parselin kenarlarından 1'er sıra, baş ve sonlarından 1'er ocak kenar tesiri olarak ayrıldıktan sonra geriye kalan kısımdan rastgele seçilen 20 bitkide ocak başına yumru sayısı, ocak verimi ve ortalama yumru ağırlığı belirlenmiş, pazarlanabilir yumru verimi ile toplam yumru verimi değerleri için tüm parseller söküm makinası ile 25 Ekim tarihinde hasat edilmiştir.

Araştırmada kullanılan uçucu yağların bileşenleri; *Origanum onites*: Carvacrol (%41.1), Gamma-terpinene (%7.74), Borneol (%5.16), Terpeneol (%5.01), m-Cymene (%5.01), Linalool (%4.92), *Foeniculum vulgare*: Trans-Anethol (%54.3), Limonene (%13.8), Alpha -fenchone (%7.7), p-Allylanisole (%7.6), *Salvia officinalis*: 1.8-Cineole (%17.3), Camphor (%15.2), alpha-Thujone (%14.4), beta-thujone (%7.1), Camphene (%4.5).

Araştırmadan elde edilen veriler SAS (2009) istatistik paket programında GLM prosedürü kullanılarak standart varyans analizi tekniğinde (ANOVA) analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklılıklar Duncan testine göre belirlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Araştırmadan elde edilen verilerle yapılan varyans analiz sonuçlarına göre, ortalama yumru ağırlığı üzerine uygulamaların etkisi %1, dozların ve uygulama x doz interaksiyonunun etkisi ise %5 düzeyinde, diğer tüm parametrelerde ise uygulamaların, uygulama dozlarının ve uygulama x doz interaksiyonunun etkileri %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1).

Ocakta Yumru Sayısı

Kontrolde ortalama 7.0 adet olarak belirlenen yumru sayısı, kekik ve rezene yağı uygulamaları ile sırası ile 8.12 ve 7.92 yumruya yükselmiş, bunu ortalama 7.41 adet yumru ile adaçayı yağı uygulaması takip etmiştir (Çizelge 2). Uygulama dozundaki artışla bitlikte ocaktaki yumru sayısı önemli ölçüde azalmış, 450 ve 600 ppm dozları arasındaki fark önemsiz olmuştur. Adaçayı uygulamalarında dozların yumru sayısına etkileri benzer olurken, kekik yağında 150 ppm, rezene yağında ise 150 ve 300 ppm dozlarında ocakta yumru sayısı diğer

dozlardan daha yüksek olmuştur (Çizelge 2). 600 ppm dozunda rezene yağı uygulaması yumru sayısının kontrole göre azalmasına neden olmuştur. Araştırmada en yüksek ocakta yumru sayısı kontrole göre yaklaşık % 34 artış sağlanan 150 ppm kekik yağı uygulamasından (9.40 adet) elde edilmiş, bunu 150 (8.53 adet) ve 300 ppm (8.73 adet) rezene yağı ile 300 ppm kekik yağı (8.33 adet) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 2).

Ortalama Yumru Ağırlığı

Kontrolde ortalama 135.0 g olan ortalama yumru ağırlığı, kekik yağı (143.0 g) uygulamaları sonucu önemli seviyede artarken, adaçayı uygulamaları (125.9 g) ile azalmıştır. Rezene yağı uygulamalarının (135.6 g) ortalama yumru ağırlığına etkisi kontrol ile benzer olmuştur (Çizelge 2). Uygulama dozlarının ortalama yumru ağırlığına etkileri de önemli olmuş, 150-450 ppm arasında uygulanan dozlar arasında önemli bir fark ortaya çıkmazken, 600 ppm dozu ortalama yumru ağırlığını azaltmıştır (Çizelge 2). Rezene yağı uygulamalarında en yüksek ortalama yumru ağırlığı 150 ppm dozundan (143.3 g) elde edilirken, kekik ve adaçayı uygulamalarında 150-450 ppm arasındaki dozlar aynı istatistiksel grupta yer alarak 600 ppm dozundan daha yüksek yumru ağırlığına sahip olmuştur (Çizelge 2). 150-450 ppm dozları arasında yapılan kekik yağı ile 150 ppm rezene yağı uygulamaları ortalama yumru ağırlığını kontrole göre önemli düzeyde artırmıştır.

Ocak Verimi

Kekik (1140 g) ve rezene (1075 g) yağı uygulamaları ortalama ocak verimini kontrole göre (964 g) önemli düzeyde artırırken, adaçayı yağı uygulamaları (917 g) ocak veriminin azalmasına neden olmuştur (Çizelge 3). Uygulama dozundaki artışla birlikte ortalama

Çizelge 1. Araştırmada incelenen parametrelere ilişkin varyans analiz çizelgesi

Table 1. Variance analysis table for investigated parameters

Varyasyon kaynakları	SD	Ocakta Yumru Sayısı (adet/ocak)	Ortalama Yumru Ağırlığı (g)	Ocak Verimi (g)	Pazarlanabilir Yumru Verimi (kg/da)	Toplam Yumru Verimi (kg/da)
Blok	2	öd	öd	öd	öd	öd
Uygulama (U)	4	**	**	**	**	**
Doz (D)	3	**	*	**	**	**
U x D	12	**	*	**	**	**
Hata	38					
Genel	59					
CV		4.04	6.13	4.37	4.35	3.83

öd, önemli değil, ** 0.01, * 0.05 seviyesinde önemli farklılıklar göstermektedir
öd, not significant, ** significant at 0.01, * significant at 0.05

Çizelge 2. Uçucu yağ uygulamalarının ocakta yumru sayısı ve ortalama yumru ağırlığına etkileri
Table 2. Effects of essential oil treatments on tuber number per plant and average tuber yield

Doz / Uygulama	Ocakta Yumru Sayısı (adet/ocak)					Ortalama Yumru Ağırlığı (g)				
	150	300	450	600	Ort.	150	300	450	600	Ort.
Adaçayı	7.73c	7.47cd	7.23ce	7.20ce	7.41b	128.3cd	130.1cd	127.0cd	118.0d	125.9c
Kekik	9.40a	8.33b	7.37ce	7.37ce	8.12a	142.7ab	146.0a	146.3a	137.0b	143.0a
Rezene	8.53b	8.73b	7.57cd	6.83e	7.92a	143.3ab	133.7bc	131.0c	134.4bc	135.6b
Tween-80	7.10de					137.3 b				
Kontrol	7.00de					135.0 bc				
Ort.	7.95a	7.73b	7.25c	7.10c		138.1a	136.6a	134.8a	129.8b	

Çizelge 3. Uçucu yağ uygulamalarının ocak verimi ve toplam yumru verimine etkileri
Table 3. Effects of essential oil treatments on tuber yield per hill and total tuber yield

Doz / Uygulama	Ocak Verimi (g)					Toplam Yumru Verimi (kg/da)				
	150	300	450	600	Ort.	150	300	450	600	Ort.
Adaçayı	966eg	933fh	909gh	859h	917c	4010df	3935ef	3738fg	3581g	3816d
Kekik	1407a	1146c	1053d	954eg	1140a	5653a	4836b	4428c	3933ef	4713a
Rezene	1250b	1040de	979dg	1028de	1075b	4860b	4510c	4223ce	4290cd	4470b
Tween-80	1003df					4038df				
Kontrol	964eg					3938ef				
Ort.	1118a	1017b	981c	962c		4500a	4251b	407c	3956c	

ocak verimi de azalmış, 300 ppm'in üzerinde yapılan uygulamalar arasında önemli bir fark ortaya çıkmamıştır. En yüksek ocak verimleri kekik ve rezene yağı uygulamalarında 150 ppm dozunda, adaçayı yağı uygulamalarında ise 450 ppm'e kadar yapılan uygulamalardan elde edilmiştir (Çizelge 3). Kontrol ile karşılaştırıldığında, ocak veriminde 150 ppm kekik yağı uygulamaları ile yaklaşık %46, 150 ppm rezene yağı uygulamalarında ise %30 artış sağlanmıştır.

Toplam Yumru Verimi

Uçucu yağ uygulamalarının toplam yumru verimi üzerine etkileri istatistiki açıdan önemli olmuş, kontrol ile karşılaştırıldığında (3938 kg/da) kekik (4713 kg/da) ve rezene (4470 kg/da) yağı uygulamaları ile artış gösteren ortalama toplam yumru verimi, adaçayı uygulamaları sonucu (3816 kg/da) önemli seviyede azalmıştır (Çizelge 4). Uygulama dozunun artması ile birlikte toplam yumru verimi önemli ölçüde azalmış, 450 ile 600 ppm dozları arasında önemli bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Çalışmada en yüksek toplam yumru verimi 150 ppm kekik yağı uygulamasından (5653 kg/da) elde edilirken, bunu sırası ile 150 ppm rezene (4860 kg/da) ve 300 ppm kekik yağı (4836 kg/da) uygulamaları takip etmiştir (Çizelge 4). Adaçayı yağında 300 ppm'in üzerindeki dozlarda, kekik yağında ise 600 ppm dozunda yapılan uygulamalar toplam yumru veriminin kontrole göre azalmasına neden olmuştur (Çizelge 4).

Araştırmada kullanılan uçucu yağların patatesteki verim ve verimi etkileyen parametreler üzerine önemli derecede etki gösterdiği belirlenmiştir. Tohumluk yumruya uygulanan uçucu yağlar başta tohum kaynaklı enfeksiyonların elemine edilmesi üzere sürgün ve kök gelişimini de etkileyebilmektedir. Depodan çıkartılan yumrulara dikim öncesi ön sürgünlendirme sırasında bazı yumrulara hastalıklı ya da deforme olmuş sürgünlerin bulunduğu görülebilmektedir. Uçucu yağ uygulamaları yumru üzerinde bulunan gözlerin gelişimini geçici olarak durdurmuş, yüksek dozlar ise sürgün uçlarının yanmasına neden olmuştur. Uygulamalardan sonra yaklaşık 1 hafta içerisinde yanmış olan gözler yerine aynı göz yayı içerisinde bulunan diğer iki gözün uyandığı ve daha önemlisi apikal dominansinin kırılarak uyanan göz sayısının arttığı gözlenmiştir. Uygulamalara bağlı olarak ocakta yumru sayısında meydana gelen artışın uçucu yağların tohumluk yumrularda uyanan göz sayısını ve buna bağlı olarak da ana sap sayısını arttırmalarından ileri geldiği sanılmaktadır. Yüksek dozlarda yapılan uçucu yağ uygulamaları genellikle yumru verimini azaltıcı yönde etki göstermiştir. Bu durumun, uçucu yağların içerdiği bazı bileşenlerin yüksek konsantrasyonlarda yumru kabuğunun altına geçerek gözlerdeki meristematik dokulara zarar vermesinden ve yumrularda fitotoksisteye neden olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kekik ve rezene yağı uygulamalarında ocakta yumru sayısının artmasına bağlı olarak ocak verimi de artmıştır. Tohumluk yumrulara yapılan uçucu yağ uygulamalarının bir taraftan sürgün sayısı ve gücünü artırarak diğer taraftan ise yumrulara yüzey sterilizasyonu sağlamak suretiyle hastalık gelişimini azaltarak bitki gelişimini olumlu yönde etkilediği düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, yumru veriminde gerçekleşen artış, uçucu yağların içerdikleri bileşenlerden bazılarının stres faktörlerine karşı savunma mekanizması oluşturmasından, bazılarının da hormon benzeri aktiviteye sahip olmalarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim, sekonder metabolitlerin bitkilerde antioksidan aktivite, serbest radikalleri bağlayıcı etki ve UV ışınlarını absorbe etme gibi koruyucu rollerinin yanı sıra mikroorganizmalara karşı bitkide savunma mekanizması da oluşturdukları bilinmektedir (Kennedy and Wightman 2011). Tıbbi ve aromatik kullanımlarının dışında uçucu yağların antimikrobiyal ve antioksidan gibi özelliklerinin bulunduğu birçok araştırmacı tarafından da bildirilmiştir (Dorman and Deans 2000; Cavanagh 2007; Ntalli et al. 2010; Lang and Buchbauer 2012). Buna ilave olarak, uçucu yağ uygulamaları ile birlikte abiyotik strese veya mikroorganizmalara maruz kaldıktan sonra bitkinin stres şartlarına savunma tepkisi neticesinde sentezlenen fitoaleksinlerin (Van Etten et al. 1994; Grayer and Harborne 1994; Pelicice et al. 2000) üretiminde artış meydana geldiği Mazaro et al. (2008) tarafından da bildirilmiştir.

Sonuç

Genel olarak değerlendirildiğinde, araştırmada kullanılan kekik ve rezene uçucu yağlarının patateste tohumluk yumrulara uygulanması ile birim alan veriminin önemli ölçüde arttırılabileceği belirlenmiştir. Bununla birlikte uygulama dozunun kullanılan yağa bağlı olarak değişim gösterdiği, yüksek dozda yapılan uygulamaların toksik etki göstererek bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

Bray E.A., Bailey-Serres J., Weretilnyk E., 2000. Responses to Abiotic Stresses. In Biochemistry and Molecular Biology of Plants; Buchanan, B., Gruissem, W., Jones, R., Eds.; American Society of Plant Physiologists, Rockville, MD, USA, 1158–1203

- Cavanagh H.M.A., 2007. Antifungal activity of the volatile phase of essential oils: a brief review, Nat. Prod. Commun, 2, 1297–1302
- Dorman H.J.D., Deans S.G., 2000. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. Journal of Applied Microbiology, 88: 308-316
- Germchi S., Behroozi F.G., Badri S., 2011. Effect of thiourea on dormancy breaking and yield of potato (*Solanum tuberosum* L.) Minutubers Marfona cv in greenhouse. International Conference on Environmental and Agriculture Engineering, 15: 19-24
- Grayer R.J., Harborne J.B., 1994. A survey of antifungal compounds from higher plants. Phytochemistry, 37: 19-42
- Holopainen J.L., 2004. Multiple functions of inducible plant volatiles, Trends Plant Sci., 9: 529-533
- Jeffries R., Mackerron D., 2008. Responses of potato genotypes to drought. ii. leaf area index, Growth and Yield, 122: 105-122
- Kennedy D.O., Wightman E.L., 2011. Herbal extracts and phytochemicals: plant secondary metabolites and the enhancement human brain function. American Society for Nutrition Adv. Nutr., 2:32-50
- Loreto F., Barta C., Brill F., Nogues I., 2006. On the induction of volatile organic compound emissions by plants as consequence of wounding or fluctuations of light and temperature. Plant Cell Environ., 29: 1820–1828
- Lang G., Buchbauer G., 2012. A Review on recent research results (2008–2010) on essential oils as antimicrobials and antifungals. Flavour Fragr. J., 27: 13–39
- Mazaro S.M., Citadin I., De Gouvea A., Luckmann D., Guimaraes S.S., 2008. induction of phytoalexins in cotyledons of soybean in response to the derivatites of leaf surinan cherry. Ciencia Rural, Santa Marina, 38(7): 1824-1829
- Mazid M., Khan T.A., Mohammad F., 2011. Role of secondary metabolites in defense mechanisms of plants, biology and medicine, 3(2), Special Issue, 232-249
- Ntalli N.G., Ferrari F., Giannakou I., Menkissoglu-Spiroudi U., 2010. phytochemistry and nematocidal activity of the essential oils from 8 greek lamiaceae aromatic plants and 13 terpene components. J. Agric. Food Chem., 58: 7856–7863
- Orke E.C., 2006, Crop losses to pests. J. Agri. Sci., 144: 31–43

- Pelicice F., Dietrich S., Bragga M., 2000. Phytoalexin response of fifteen brazilian soybeans cultivars. R. Bras. Fisiol.Veg. 12(1): 45-53
- Penuelas J., Llusia J., 2004, Plant VOC emissions: making use of the unavoidable. Trends Ecol. Evol., 19: 402-404
- SAS Institute, 2009. INC SAS/STAT Users' Guide Release 7.0, Cary, NC, USA
- Sell C., 2010. Chemistry of Essential Oils. (Editörler: Başer KH, Buchbauer G). Handbook of Essential Oils, Science, Technology, and Applications. Boca Raton, Fla., CRC Press, 121–150
- Shamim A.R., Ahmad M.Y., Ashraf M., Waraich E.A., 2009. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages, Pak. J. Bot., 41(2): 647-654
- Siemens D.H., Garner S.H., Mitchell-Olds T., Callaway R.M., 2002. Cost of defense in the context of plant competition: *Brassica rapa* may grow and defend. Ecology, 83(2): 505–517
- Smetanska I., 2008. Production of secondary metabolites using plant cell cultures. Advance in Biochemistry and Engineering Biotechnology, 111: 187–228
- Stotz H.U., Kroymann J., Mitchell-Olds T., 1999. Plant-Insect interactions. Current Opinion in Plant Biology, 2: 268-272
- Şanlı A., Karadoğan T., 2012. Isparta Ekolojik Koşullarında Farklı Olgunlaşma Grubuna Giren Bazı Patates (*Solanum tuberosum* L.) Çeşitlerinin Verim ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 16(1): 33-41
- Urano K., Kurihara Y., Seki M., Shinozaki K., 2010. Omics analyses of regulatory networks in plant abiotic stress responses. Current Opin. in Plant Bio., 10: 1016-1206
- Van Etten H.D., Mansfield .J.W., Bailey J.A., Farmer E.E., 1994. Two classes of plant antibiotics: phytoalexins versus "Phytoanticipins". Plant Cell, 6: 1191-1192
- Waterer D., Nicole T., Guohai W., Ximing L., Xunjia L., Michael G., Lan M., Lawrence V., 2010. evaluation of abiotic stress tolerance of genetically modified potatoes, Mol. Breed., 25: 1572-9788