

## LEONARDİTE CEVHERİ KAYNAKLI HUMİK MADDELERİN ORGANİK GÜBRE OLARAK KULLANIM POTANSİYELLERİ

M.Rüştü KARAMAN<sup>1</sup>, Metin TURAN<sup>2</sup>, Ahmet TUTAR<sup>3</sup>,  
Mümin DİZMAN<sup>3</sup>, Sezer ŞAHİN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gaziosmanpaşa Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Böl., Tokat

<sup>2</sup>Atatürk Üniv., Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Erzurum

<sup>3</sup>Sakarya Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Sakarya

### ÖZET

*Humatların organik gübre olarak potansiyellerinin çok iyi bilinmesine karşılık, farklı Leonardite cevheri kaynaklarından elde edilen humik maddelerin özellikleri hakkında halen yeterli bilgi bulunmamaktadır. Potansiyel organik gübre olarak uygun humat bileşiklerinin geliştirilmesi, mikro besin elementlerinin bitkilere yararışlılığını artırma ya da toksisitesini önlemede önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışmada, farklı Leonardite yataklarından elde edilen değişik humatların kimi fiziksel ve hormonal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çerçevede, Konya-İlgin, Sivas-Kangal, K.Maraş-Elbistan yörelerinde yer alan farklı Leonardite kaynaklarında örneklemeler yapılmıştır. Elde edilen örneklerde giberellik asit, salisilik asit, indol asetik asit gibi hormonal analizler ile kimi ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, farklı kaynaklarda yer alan Leonardite yataklarından elde edilen örneklerde belirlenen özelliklerin önemli düzeyde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur.*

**Anahtar kelimeler:** Leonardite cevheri, humik madde, organik gübre, hormonal analizler

### POSSIBLE USE OF LEONARDITE ORE BASED HUMATE SOURCES AS A POTENTIAL ORGANIC FERTILIZER

#### ABSTRACT

*Although it is well known that humates are potential as organic fertilizer, enough information is not available on the properties of humic substances originated from varied Leonardite sources. Evaluation of suitable humate compositions as a potential organic fertilizer will improve micronutrient availability or prevent toxicity of these nutrients to the plants. This study aimed to determine some hormonal and chemical properties of the varied humates originated from different Leonardite sources. For this aim, the Leonardite substances were collected from Konya-İlgin, Sivas-Kangal, K.Maras-Elbistan in*

M.R.KARAMAN, M.TURAN v.d. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi (2012-1)  
*Turkey. Some hormonal compositions such as giberalllic acid, salicylic acid, indol acetic acid, and chemical properties such as heavy metals of the substances were determined. As a result, the findings have clearly revealed that characterizations of different samples as a potential organic fertilizer were widely varied depending on the Leonardite sources collected from the varied regions.*

**Key words:** *Leonardite ore, humic material, organic fertilizer, hormonal analysis*

## 1. Giriş

Doğal organik madde kaynaklarından elde edilen humik maddeler ile bitki gelişimi arasındaki olumlu ilişkiler birçok araştırma ile de ortaya konmuştur (Nardi ve ark., 2002; Chen ve ark., 2004; Salman, 2005). Araştırma bulguları ayrıca, bitkilerce besin elementi alımlarının humik maddelerce doğrudan ya da dolaylı olarak etkilendiğini de ortaya koymuştur (Adani ve ark., 1998; Naik ve Das, 2007). Humik asit (HA) ve fulvik asit (FA) içeren humik maddeler aynı zamanda, kök bölgesinde yer alan metal katyonların toksisitesini önleyici etkiye de sahiptir (Livens, 1991; Büyükeskin, 2008).

Leonardite cevheri, çok önemli humik madde kaynağı olmakla birlikte, Leonardite cevherinin ekstrakte edilmesinden elde edilen humik maddelerin kalitesi başta Leonardite kaynağı ve ekstraksiyon yöntemi olmak üzere çok sayıda faktöre bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla, ticari olarak üretilen humik maddelerin özellikleri de önemli farklılıklar göstermektedir. Örneğin humik maddenin yapısında yer alan küçük moleküler yapılu fulvik ve humik asitler bitki köklerinde daha rahat absorbe edilmekte ve mikrobeyin elementi yarıyışlılığını da artırmaktadır (Pettit, 2006).

Humatların organik gübre olarak potansiyellerinin çok iyi bilinmesine karşılık, farklı Leonardite kaynaklarından elde edilen humik maddelerin özellikleri hakkında halen yeterli bilgi bulunmamaktadır. Potansiyel organik gübre olarak uygun humat bileşiklerinin geliştirilmesi ve bu amaçla farklı Leonardite kaynaklarının incelenmesi, mikrobeyin elementlerinin bitkilere yarıyışlılığını artırma ya da toksisitesini önlemede önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışmada, farklı Leonardite yataklarından elde edilen değişik humatların kimi fiziksel ve hormonal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, Konya-Ilgın, Sivas-Kangal, K.Maraş-Elbistan yörelerinde yer alan farklı Leonardite kaynaklarında örneklemeler yapılmıştır. Elde edilen örneklerde giberellik asit, salisilik asit, indol asetik asit gibi hormonal analizler ile kimi ağır metal içerikleri belirlenmiştir. Hormonal analizler için örneklerde ekstraksiyon ve saflaştırma işlemleri Kuraishi ve ark. (1991) ve Battal ve Tileklioğlu (2001) metotlarına göre yapılmıştır. Derin dondurucudan çıkarılan

küçük parçalar halindeki örnekler sıvı azot içerisinde bir havan yardımıyla toz haline getirilmektedir. Toz haline getirilen örnekler üzerine -40°C'de bekletilen %80'lik metanol ilave edilecek (Davies, 1995) ve 10 dk. Ultra doku parçalayıcıda homojenize edildikten sonra, +4°C'de ve karanlıkta 24 saat homojenize yapılacaktır. Örnekler Whatman No:1 filtre kâğıdından süzülüp süzüntü alındıktan sonra kalan parçalar tekrar aynı işlemlere tabii tutulacak ve sonra her iki süzüntü birleştirilmiştir. Birleştirilen süzüntüler tekrar 0.45 µml'lik PTFE filtrelerinden (Cutting, 1991) geçirilip bir evaporatör pompası yardımıyla 35°C'de kurutulmuştur. Kurutulan ekstraktlar 0.1 M'lık KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 8) tamponunda tekrar çözülmeye tabii tutulmuştur. Çözünen ekstraktlarda bulunan yağ asitlerini ayırmak için örnekler 1 saat 4°C'de 5.000 rpm'de sanrifüj edilmiştir (Palni ve ark., 1983). Süzüntü otomatik pipetle tüplerden alınarak bir beher içerisine bırakılmıştır. Fenolik bileşikleri ve renk maddelerini ayırmak için (Chen, 1991; Qamaruddin, 1996; Kovac ve Zel, 1994), her örneğe ait 1 gramlık çözünmeyen Polivinilpolipiridon (PVPP) hazırlanarak süzüntünün bulunduğu beher içerisine bırakılıp, iyice karıştırılmıştır (Money ve Staden, 1984; Hernandez-Miana, 1991).

PVPP (Polivinilpolipiridon) ile karıştırılan süzüntü Whatman No:1 filtre kâğıdından süzülerek PVPP'den ayrılması sağlanmıştır (Cheikh ve Jones, 1994). Daha spesifik ayırma yapabilmek için Sep-Pak C18 (Waters) kartüjleri kullanılmıştır (Machackova ve ark., 1993). Kartüjler kullanılmadan önce aşağıdaki açıklandığı şekilde şartlandırılma işlemi yapılmıştır. Şartlandırma işlemi için kartüjler önce 5 ml % 80'lik metanolden geçirildikten sonra, 5 ml saf suyla yıkanmak suretiyle hazırlanmıştır (Qamaruddin ve ark., 1990).

Hormon analiz yönteminde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmamızda, indol asetik asit, giberellik asit, salisilik asit ve absesik asit analizlerinde HPLC kullanılmıştır (Horgan ve Kramers, 1979; Koshimizo ve Iwamura, 1986; Morris ve ark., 1990). Amino asit tayini phenylisothiocyanate (PITC) ile kolonlarda ayırma işlemi ile belirlenmiştir (Heinrikson ve Meridith, 1984). Örneklerin besin element içerikleri nitrik asit-hidrojen peroksit (2:3) asit ile 3 farklı adımda (1. adım; 145 °C'de % 75 mikrodalga gücünde 5 dakika, 2. adım; 180 °C'de % 90 mikrodalga gücünde 10 dakika ve 3. adım 100 °C'de % 40 mikrodalga gücünde 10 dakika) 40 bar basınca dayanıklı mikrodalga yağ yakma ünitesine tabii tutulduktan (Mertens, 2005a) sonra ICP OES spektrofotometresinde belirlenmiştir (Mertens, 2005b). Elde edilen veriler, istatistiki analizler ışığında değerlendirilmiştir (SPSS 13.0, 2004).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Farklı Leonardite örneklerinde yapılan kimyasal analiz sonuçları ve Leonardite örneklerinin kimi besin elementi ve ağır metal içerikleri Çizelge 1 ve 2'de sunulmuştur.

Çizelge 1. Leonardite örneklerinde kimyasal analiz sonuçları

Lokasyon	pH	EC	OM	HA	FA	N
	1:5	dS/m		%		
Kangal	7.10 a	3.20 a	27.25b	47c	9b	2.87c
Ilgın	3.42 b	1.87 b	30.36a	54b	11b	3.69b
Elbistan	4.63 b	1.94 b	31.05a	63a	22a	4.54a
	P	K	Ca	Mg	S	Na
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Kangal	380c	2436b	8735a	925a	1740b	90.84a
Ilgın	1170b	1425c	1015c	474c	1170c	72.15b
Elbistan	1552a	2774a	2060b	690b	5060a	56.00c

Çizelge 2. Leonardite örneklerinde mikrobesein elementi ve ağır metal içerikleri, mg/kg

Lokasyon	B	Fe	Zn	Cu	Mn	Mo
Kangal	25.87b	0.05c	0.02b	0.01b	0.01c	3.27a
Ilgın	38.10ab	7.41a	7.11a	0.14a	1.52b	0.01c
Elbistan	45.50a	4.12b	7.44a	0.08b	8.19a	0.26b
	Cr	Ni	Pb	Cd	Al	Se
Kangal	0.005b	0.04c	0.065c	0.005	0.90c	0.050c
Ilgın	0.005b	0.10b	0.155b	0.005	68.20a	0.040b
Elbistan	0.03a	0.34a	0.185a	0.005	7.96b	0.175a

Çizelge 1'den de görüldüğü gibi en yüksek pH (7.10) ve EC (3.20 dS/m) değerleri Kangal'dan elde edilen Leonardite örneklerinde belirlenmiş, bunu Elbistan yöresi takip etmiştir. Buna karşılık, en yüksek OM (% 31.05), HA (% 63), FA (% 22), N (% 4.54), P (1552 mg/kg), K (2774 mg/kg) ve S (5060 mg/kg) değerleri Elbistan yöresi örneklerinde belirlenmiştir. En yüksek Ca (8735 mg/kg), Mg (925 mg/kg) ve Na (90.84 mg/kg) değerleri ise Kangal yöresi örneklerinde tespit edilmiştir. Diğer taraftan, en düşük OM (% 27.25), HA (% 47), FA (% 9), N (% 2.87), P (380 mg/kg) değerleri Kangal yöresi için, en düşük Ca (1015 mg/kg), Mg (474 mg/kg) ve S (1170 mg/kg) değerleri Ilgın yöresi için belirlenmiştir.

Elbistan yöresinden elde edilen Leonardite örneklerinde B (45.50 mg/kg), Zn (7.44 mg/kg) ve Mn (8.19 mg/kg) içerikleri en yüksek düzeylerde bulunmuş, buna karşılık Ilgın yöresi örneklerinde Fe (7.41 mg/kg) ve Cu (0.14 mg/kg) içerikleri daha yüksek çıkmıştır. Kangal yöresi Leonardite örneklerinde Mo (3.27 mg/kg), Elbistan yöresi örneklerinde Ni (0.34 mg/kg), Pb (0.185 mg/kg) ve Se (0.175 mg/kg), Ilgın yöresi örneklerinde ise Cd (0.14 mg/kg) ve Al (68.20 mg/kg) içerikleri daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 2).

Farklı Leonardite örneklerinin kimi hormonal ve de amino asit içerikleri Çizelge 3’de sunulmuştur. En yüksek aspartat (526.38 pmol/μl), glutamat (4859.63 pmol/μl), asparagin (215.37 pmol/μl), serin (425.38 pmol/μl), glutamin (202.25 pmol/μl), histidin (3415.27 pmol/μl), glisin (52.19 pmol/μl), teonin (24.35 pmol/μl), arginin (112.58 pmol/μl), alanin (1268.39 pmol/μl), tirozin (345.22 pmol/μl), sistin (224.75 pmol/μl), valin (712.39 pmol/μl), metionin (425.16 pmol/μl), triptofan (83.26 pmol/μl), fenilalanin (400.28 pmol/μl), isolösin (42.19 pmol/μl), lisin (612.35 pmol/μl), hidrokspirolin (212.35 pmol/μl), sarkosin (702.31 pmol/μl), prolin (412.38 pmol/μl) içerikleri Elbistan yöresi leonardit örneklerinde belirlenmiştir. Buna karşılık, en düşük değerler genellikle Elbistan ve Ilgın yöresi Leonardite örnekleri için tespit edilmiştir. Benzer şekilde en yüksek giberellik asit (12415 ng/μl), salisilik asit (11687 ng/μl) ve IAA (450 ng/μl) Ilgın yöresi örneği için, en düşük giberellik asit (10215 ng/μl), salisilik asit (9874 ng/μl) ve IAA (214 ng/μl) Kangal yöresi için belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Leonardit örneklerinde hormonal analiz sonuçları ve amino asit içerikleri

	Kangal	Ilgın	Elbistan
Hormon (ng/ul)			
Giberallik asit	10215c	12415a	11588b
Salisilik asit	9874c	11687a	10526b
IAA	202c	450a	385b
ABA	2.24a	1.35c	1.68b
Amino asit (pmol/ul)			
Aspartat	302.36b	275.11b	526.38a
Glutamat	3754b	3216.2c	4859.63a
Asparagin	112.36b	101.37b	215.37a
Serin	285.47b	242.19b	425.38a
Glutamin	160.35b	150.37b	202.25a
Histidin	2849.32b	2745.38b	3415.27a
Glisin	30.26b	26.15b	52.19a
Teonin	18.15b	12.37c	24.35a
Arginin	86.57b	75.49b	112.58a
Alanin	1103.68b	1012.25b	1268.39a

M.R.KARAMAN, M.TURAN v.d.	SAÜ Fen Edebiyat Dergisi (2012-1)		
Tirosin	312.68a	285.67b	345.22a
Sitin	200.37a	185.24b	224.75a
Valin	700.16a	652.37b	712.39a
Methionin	285.69b	202.37c	425.16a
Triptofan	50.32b	40.11b	83.26a
Fenilalanin	302.68a	215.38a	400.28a
İsolösin	20.16b	10.18c	42.19a
Lösin	316.87a	276.48b	257.16b
Lisin	565.39b	436.78c	612.35a
Hydroxyproline	102.37b	86.59c	212.35a
Sarkosin	485.26b	386.59c	702.31a
Prolin	241.19b	200.34b	412.38a

Çizelge 3'ün incelenmesinden de görülebileceği gibi en yüksek ABA değeri Kangal yöresi örnekleri için belirlenmiş, Ilgın yöresi örneklerinde ABA değerleri düşük çıkmıştır (Çizelge 3). Yapılan benzer çalışmalar, humik asitlerin bitki gelişimi ve verim açısından önemli biyo-stimulantlar olduğunu ve toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin geliştirilmesinde önemli etkiye sahip olduklarını ortaya koymuştur (Varanini ve ark., 1995; Salt ve ark., 2001; Keeling ve ark., 2003; Nardi ve ark., 2004; Mikkelsen, 2005; Rajpar ve ark., 2011).

#### 4. Sonuç

Araştırma sonuçları, incelenen Leonardite örneklerinin hormon, amino asit ve kimi bitki besin elementlerince önemli bir potansiyel oluşturduğunu ortaya koymuştur. Nitekim incelenen özelliklerden giberellik asit, salisilik asit, IAA, amino asitler ile makro (N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro (Fe, Cu, Zn, Mn, B) besin elementleri, sağlıklı bitki beslenmesi ve bitki gelişimi açısından önemli özelliklerdir. Söz konusu özellikler, ekonomik maliyet açısından da organik gübre olarak önemli avantajlar sağlayıcı niteliktedir. Bununla birlikte elde edilen bulgular, farklı kaynaklarda yer alan Leonardite yataklarından elde edilen örneklerde belirlenen özelliklerin önemli düzeyde değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Nitekim sonuçlar toplu olarak değerlendirildiğinde, genel olarak Elbistan yöresi Leonardite örneklerinde incelenen özelliklerin daha zengin olduğu, bunu sırasıyla Ilgın ve Kangal yörelerinin takip ettiği görülmektedir. En yüksek HA ve FA içerikleri de Elbistan, Ilgın ve Kangal sıralamasını takip etmiştir. Bu durum, organik gübre ve humik madde kaynağı olarak değerlendirilecek Leonardite yataklarının yeterince incelenerek, en uygun kaynaklardan elde edilecek

materyallerin humik madde kaynağı olarak değerlendirilmesi gerektiğini açık olarak ortaya koymaktadır. Humik madde kökenli yeni bileşiklerin geliştirilmesi açısından Leonardite kaynaklarının yeterince incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle Fe, Cu, Zn, Mn, B gibi mikro besin elementleri ile oluşturulacak şelatlı bileşikler açısından da, Leonardite kaynaklarının kimi hormonal ve metal içerikleri iyi değerlendirilmelidir.

### Teşekkür

\* Bu çalışma, Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü tarafından desteklenmiştir, Proje No: BOREN-2011/Ç0279

### Kaynaklar

- Adani, F., Genevini, P., Zaccheo, P. and Zocchi, G., 1998. The effect of commercial humic acid on tomato plant growth and mineral nutrition. *J. Plant Nutr.* 21:561-575.
- Antoine, F.R., Wei, C.I., Littell, R.C. and Marshall, M.R., 1999. HPLC method for analysis of free amino acids in fish using o-phthaldialdehyde precolumn derivatization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47:5100-5107.
- Aristoy, M.C. and Toldra, F., 1991. Deproteinization techniques for HPLC amino acid analysis in fresh pork muscle and dry-cured ham. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39:1792-1795.
- Battal, P. and Tileklioğlu, B., 2001. The effects of different mineral nutrients on the levels of cytokinins in Maize. *Turkish J. of Botany*, 25:123-130.
- Bremner, J.M., 1996. Nitrogen-total. pp. 1085-1121 In: *Methods of soil analysis. Part III. Chemical Methods* (Bartels, J.M. and J.M. Bigham eds.) 2<sup>nd</sup> Ed. ASA SSSA Publisher Agron. No:5 Madison WI, USA.
- Büyükköskün, T., 2008. Effect of humic acid on the growth of *Vicia faba L.* and Al toxicity (In Turkish), Thesis of PhDr., Marmara University, İstanbul.
- Chen, W.S., 1991. Changes in cytokinins before and during early flower bud differentiation in lychee. *Plant Physiology*, 96:1203-1206.
- Chen, Y., Nobili, M. and Aviad, T., 2004. Stimulatory effect of humic substances on plant growth. In: Magdoft F., Ray R. (eds): *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. CRC Press, Washington.
- Cheikh, N. and Jones, R.J., 1994. Disruption of maize kernel growth and development by heat stress. *Plant Physiology* 106:45-51.
- Cutting, J.G.M., 1991. Determination of the cytokinin complement in healthy and witchesbroom malformed protease. *J. of Plant Growth Regulation*, 10:85-89.
- Davies, P.J., 1995. *The plant hormones; Their nature, occurrence and functions*. Plant Hormones (Ed. P.J.Davies) Kluwer Academic Publ., Boston. pp. 1-39.

- Heinrikson, R.L. and Meredith, S.C., 1984. Amino acid analysis by reverse-phase High-Performance Liquid Chromatography: Precolumn derivatization with phenylisothiocyanate. *Anal. Biochem.* 136:65-74.
- Henderson, J.W., Ricker, R.D., Bidlingmeyer, B.A. and Woodward, C., 1999. Amino acid analysis using Zorbax Eclipse-AAA Columns and the Agilent 1200 HPLC.
- Hernandez-Minea, F.M., 1991. Identification of cytokinins and the changes in their endogenous levels in developing *Citrus sinensis* leaves. *Journal of Horticultural Science.* 66:505-511.
- Horgan, R. and Kramers, M.R., 1979. High-performance liquid chromatography of cytokinins. *Journal of Chromatography.* 173:263-270.
- Keeling, A.A., McCallum, K.R. and Beckwith, C.P., 2003. Crop and Environment Research Centre, Harper Adams University College, Newport, Shropshire, UK, *Bioresource Tech.*, 90(2):127-137.
- Koshimizo, K. and Iwamura, H., 1986. Cytokinins. *Chemistry of Plant Hormones*, (Ed. N.Takahashi), CRC Press Inc., Florida. 154-199.
- Kovac, M. and Zel, J., 1994. The effect of aluminium on the cytokinins in the mycelia of *Lactarius piperatus*. *Planta Science.* 97:137-142.
- Kuraishi, S., Tasaki, K., Sakurai, N. and Sadatoku, K. 1991. Changes in levels of cytokinins in etiolated squash seedlings after illumination. *Plant Cell Physiol.* 32:585-591.
- Livens, F.R., 1991. *Chemical Reactions of Metals with Humic Material*, Environmental Pollution, 70.
- Machackova, I., Krekule, J., Eder, J., Seidlova, F. and Strnad, M., 1993. Cytokinins in photoperiodic induction of flowering in *Chenopodium* species. *Physiologia Plantarum*, 87:160-166.
- Mertens, D., 2005a. AOAC Official Method 922.02. Plants Preparation of Laboratory Sample. *Official Methods of Analysis*, 18th edn. Horwitz, W., and G.W. Latimer, (Eds). pp. 1-2, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mertens, D., 2005b. AOAC Official Method 975.03. Metal in Plants and Pet Foods. *Official Methods of Analysis*, 18th ed. Horwitz, W. and G.W. Latimer, (Eds). Chapter 3, pp 3-4, Gaithersburg, Maryland 20877-2417, USA.
- Mikkelsen, R.L., 2005. Humic materials for agriculture Davis California, USA. *Better Crops with Plant Food.* 89(3):6-7.
- Money, P.A. and Staden, J.V., 1984. Seasonal changes in the levels of endogenous cytokinins in *Sargassum heterophyllum*. *Botanica Marina* 17:437-442.
- Morris, J.W., Dumas, P., Morris, R.O. and Zaer, J.B. 1990. Cytokinins in vegetative and reproductive buds of *Pseudotsuga m.* *Plant Physiol.* 9:67-71.
- Naik, S.K. and Das, D.K., 2007. Effect of lime, humic acid and moisture regime on the availability of zinc in Alfisol. *The Scientific World J.* 7:198-1206.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. and Biochem.* 34:1527-1536.



- Nardi, S., Pizzeghello, D. and Pandalai, S.G. 2004. Rhizosphere: A communication between plant and soil. *Recent Res. Develop. in Crop Sci.* 1(2):349-360.
- Qamaruddin, M., Dormling, I. and Eliasson, L., 1990. Increase in cytokinin levels in scots pine in relation to chilling and bud burst. *Physiologia Plantarum*, 79:236-241.
- Qamaruddin, M., 1996. Appearance of the zeatin riboside type of cytokinin in *Pinus sylvestris* seeds after red light treatment. *Scandinavian Journal of Forest Research* 6:41-46.
- Palni, L.M., Summons, R.E. and Letham, D.S., 1983. Mass spectrometric analysis of cytokinins in plant tissues: V. Identification of the cytokinin complex of *datura innoxia* crown gall tissue. *Plant Physiology*, 72:858-863.
- Pettit, R.E., 2006. Organic matter, humus, humate, humic acid, fulvic acid and humin. *The Wonderful World of Humus and Carbon*.
- Rajpar, I., Bhatti, M.B., Shah, A.N. and Tunio, S.D., 2011. Humic Acid Improves Growth, Yield and Oil Content of *Brassica campestris* L. *Pak. J. Agri., Agril. Eng., Vet. Sci.*, 27(2):125-133.
- Salman, S.R., Abou-hussein, S.D., Abdel-Mawgoud, A.M.R. and El-Nemr, M.A., 2005. Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. *Journal of Applied Sciences Research* 1(1):51-58.
- Salt, D.E., Prince, R.C., Pickering, I.J. and Raskin, I., 2001. Effect of various levels of humic acid (HA) on the growth and yield of Indian mustard. *Plant Physiol.* 109:1427-1433.
- SPSS, 2004. SPSS Inc. SPSS® 13.0 Base User's Guide, Prentice Hall.
- Varanini, Z., Pinton, R., Behnke, H.D., Luttge, U., Esser, K., Kadereit, J.W. and Runge, M., 1995. Humic substances and plant nutrition. *Progress in Botany: Structural botany, physiology and taxonomy. Geobotany* 56:97-117.