

**Kontribusi Jamur Mikoriza Terhadap Pertumbuhan dan Ketahanan Salinitas
Batang Bawah Jeruk (*Citrus, Sp*)**

**Contribution of Mycorrhizal Fungi on Growth and Salinity Resistance of
Citrus Rootstock (*Citrus, Sp*)**

Palupi, N.P.¹, Purwanti², dan Jati³

¹3ch4lupi.jestro@gmail.com

Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika

ABSTRACT

Abiotic stress conditions with high salinity cause a decrease in plant growth and production in citrus plants. Applications with various species of mycorrhizal fungi is expected to overcome it is to improve the condition of the plant roots. The results showed that the application of mycorrhizal fungi were able to improve rooting, thus increasing the absorption of nutrients, able to maintain salinity stress conditions when the plant gradually, and were able to increase the capacity of the higher seed to control the formation of ROS and to activate the antioxidant defenses of enzymatic and non-enzymatic..

Keywords: *Mycorrhizal fungi, Citrus rootstock, salinity*

ABSTRAK

Kondisi stress abiotik dengan salinitas tinggi menyebabkan penurunan pertumbuhan dan produksi tanaman pada tanaman jeruk. Aplikasi jamur mikoriza dengan berbagai spesies diharapkan mampu mengatasi hal tersebut untuk memperbaiki kondisi perakaran tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi jamur mikoriza mampu memperbaiki perakaran sehingga meningkatkan penyerapan hara, mampu mempertahankan kondisi tanaman saat stress salinitas secara bertahap, dan mampu meningkatkan kapasitas bibit yang lebih tinggi untuk mengendalikan pembentukan ROS dan untuk mengaktifkan pertahanan antioksidan enzimatik dan non-enzimatik.

Kata kunci: *Jamur mikoriza, Batang bawah jeruk, salinitas*

PENDAHULUAN

Batang bawah jeruk merupakan penyangga terpenting dalam pertumbuhan batang atas varietas komersial. Kesehatan dan kekokohan batang bawah menentukan kualitas produksi batang atas. Tanaman jeruk merupakan tanaman yang secara umum membutuhkan hara atau nutrisi, media tumbuh, dan kondisi lingkungan yang mendukung untuk pertumbuhan tanaman. Dalam hal ini kondisi kekeringan dan salinitas yang tinggi mampu mempengaruhi penghambatan pertumbuhan vegetatif dan kualitas buah sehingga menimbulkan kerugian ekonomi pada bagi petani jeruk (Rodriguez-Gamir et al., 2010; Wu.Q.S., et al., 2013).

Salinitas tanah disebabkan oleh banyak faktor diantaranya faktor iklim yang menyebabkan akumulasi garam, fitur landscape yang menyebabkan garam berpindah melalui pergerakan air tanah, maupun aktivitas manusia seperti irigasi, tebang habis dan akuakultur. Salinitas sendiri merupakan masalah yang semakin meningkat dari banyak daerah yang beririgasi, kering dan semi kering di dunia, dan sekitar 20% lahan pertanian beririgasi dipengaruhi oleh salinitas (Misra et al. 2006; Wu, Q.S., et al., 2010).

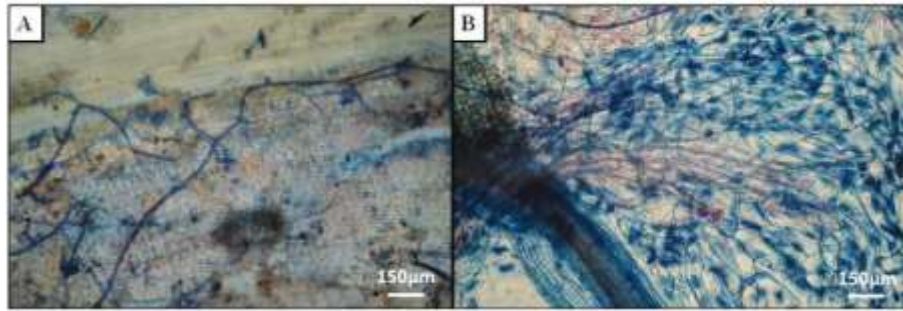
Salah satu fitur penting dari tanaman pohon adalah memanfaatkan sumber daya baru dan meningkatkan efisiensi perolehan nutrisi seperti mengubah lingkungan rhizosfer dan simbiosis dengan menggunakan jamur mikoriza yang merupakan organisme mikro simbiotik paling penting untuk akar tanaman terestrial. Infeksi mikoriza adalah hubungan yang sangat umum antara akar tanaman dan mikroorganisme yang bertanggung jawab atas serapan hara terutama P, Zn, Cu, K, dan sebagian ammonium-N (Ortas, I., 2012).

Aplikasi mikoriza yang tersedia melimpah di alam berperan langsung terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman secara signifikan dan berkelanjutan. Dimana pengaruhnya sangat bergantung pada tiap spesies tanaman, kultivar dan lingkungan tumbuhnya (Eulenstein, F., et al., 2017).

Fungsi utama jamur Arbuscular Mycorrhizae pada tanaman adalah (a) meningkatkan penyerapan unsur hara lain, terutama P, Zn, Cu dan NH₄, (b) meningkatkan pengambilan air, (c) merangsang pertumbuhan, (d) buah berkualitas tinggi, (e) meningkatkan ketahanan terhadap stress lingkungan, dan (f) meningkatkan ketahanan terhadap penyakit tanah (Ortas, I., 2012).

PERAN MIKORIZA TERHADAP PENGAMBILAN NUTRISI DAN HASIL TANAMAN JERUK

Aplikasi jamur mikoriza pada batang bawah jeruk memberikan pengaruh yang berbeda pada tiap varietasnya. AMF jenis *Diversispora spurca* secara positif mempengaruhi arsitektur akar dan kandungan klorofil pada batang bawah jeruk *kumquat* (Li, et al. 2013). Hasil penelitian menunjukkan perbedaan pertumbuhan vegetatif pada tanaman jeruk varietas {citrange 'Fepagro C37 Reck' [*P. trifoliata*(L.) Raf. x *C. sinensis* (L.) Osbeck.] dan 'Kumquat' [*Fortunella hindsii* (L.) Swingle]}. Dimana AMF lebih berpengaruh efektif terhadap pertumbuhan vegetative batang bawah *Fepagro C37 Reck* yang ditunjukkan dengan kolonisasi hifa AMF pada akar jeruk yg lebih rapat dibandingkan batang bawah Kumquat (Gambar 1) (Back, M.M, et al, 2016).



Gambar 1. Akar batang bawah pohon jeruk diinokulasi dengan AMF. (A) kepadatan hifa rendah pada akar pohon kumquat; (B) kepadatan hifa tinggi pada akar jeruk 'Fepagro C37 Reck'.

Jamur AMF diketahui mampu meningkatkan serapan hara dalam tanah, sehingga penggunaan pupuk dapat ditekan secara efisien. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa AMF mampu meningkatkan kandungan N, P, K, Ca, Mg, Zn, Cu dan Mn secara signifikan. Penelitian berat kering tanaman jeruk yang di inokulasi dengan AMF dan non inokulasi dengan pengaruh level pemupukan P dan Zn. Efek dari berbagai tingkat aplikasi P dan Zn pada produksi berat kering pucuk dan akar (Tabel 1)

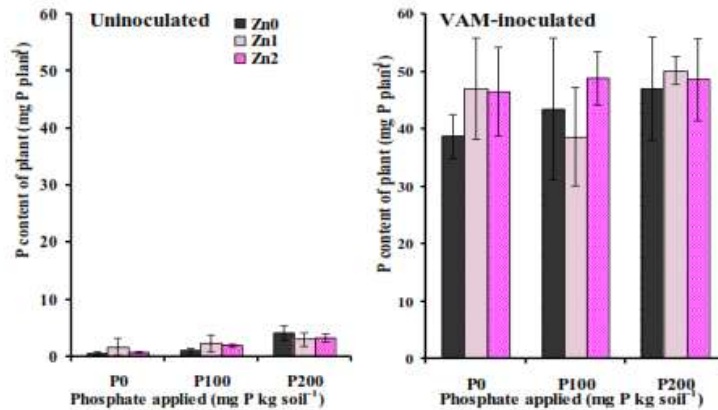
Tabel 1. Pengaruh inokulasi mikoriza dan aplikasi P dan Zn pada berat kering daun, batang, tunas, dan akar

P and Zn supply (mg kg ⁻¹ soil)	Shoot dry weight (g plant ⁻¹)	Root dry weight (g plant ⁻¹)	shoot: root dry weight ratio
-MYCORRHIZA			
P0 Zn0	0.82 ±0.12	1.10 ±0.19	0.75
P0 Zn1	1.41 ±0.45	2.71 ±2.51	0.82
P0 Zn2	1.26 ±0.27	1.52 ±0.32	0.83
P1 Zn0	1.17 ±0.21	1.63 ±0.62	0.72
P1 Zn1	2.24 ±0.90	2.74 ±1.40	0.82
P1 Zn2	2.38 ±0.31	2.83 ±0.05	0.84
P2 Zn0	4.13 ±0.59	4.96 ±0.50	0.83
P2 Zn1	3.52 ±0.68	3.62 ±1.88	0.97
P2 Zn2	3.50 ±0.80	2.99 ±0.56	1.17
+MYCORRHIZA			
P0 Zn0	25.31 ±0.55	14.55 ±0.03	1.74
P0 Zn1	24.24 ±6.88	13.89 ±1.82	1.75
P0 Zn2	26.52 ±3.82	14.94 ±1.51	1.77
P1 Zn0	20.40 ±6.79	13.56 ±2.72	1.50
P1 Zn1	23.74 ±3.13	16.30 ±1.49	1.46
P1 Zn2	23.28 ±1.20	14.33 ±0.43	1.62
P2 Zn0	22.00 ±3.13	13.51 ±2.21	1.63
P2 Zn1	21.68 ±1.49	14.45 ±1.42	1.50
P2 Zn2	20.57 ±1.93	13.71 ±1.46	1.50

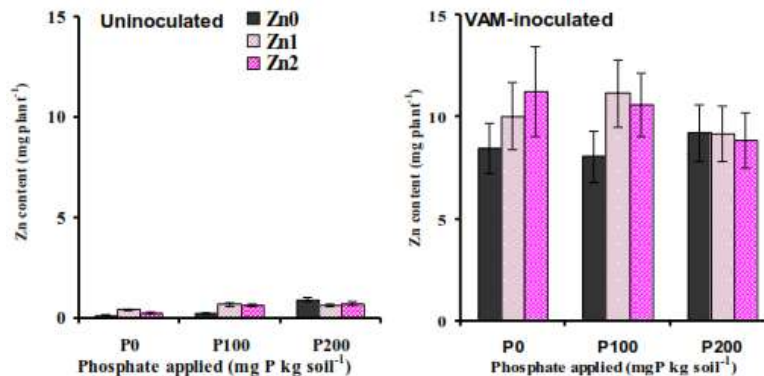
Perlakuan P0Zn0 yang tidak diinokulasi dan tidak dipupuk menghasilkan 0,82 g bahan kering per tanaman, namun perlakuan P0Zn0 yang diinokulasikan menghasilkan berat kering tunas 25,31 g. Berat kering tunas tertinggi juga diperoleh dengan suplai Zn pada tanaman yang diinokulasi. Juga pertumbuhan akar dipengaruhi oleh inokulasi mikoriza. Tanaman yang diinokulasi memiliki rasio tunas:akar kurang dari 1 dibandingkan dengan tanaman yang tidak diinokulasi yang memiliki rasio tunas:akar lebih dari 1. meningkatkan supply P dan Zn secara bertahap meningkatkan rasio

berat kering tunas dan akar tanaman yang diinokulasi dengan mikoriza (Tabel 1) (Ortas *et al.* 2002a; Ortas, *et al.*, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikoriza yang menginokulasi jaringan tanaman jeruk memiliki kandungan P dan Zn yang tinggi. Total P serapan (kandungan P tunas dan akar) dalam perlakuan P0Zn0 yang diinokulasi mikoriza adalah 39 mg P/tanaman tetapi perlakuan P0Zn0 non-inokulasi adalah 0,58 mg P/tanaman (Gambar 2 dan 3). Efek dari berbagai tingkat suplai P dan Zn pada kandungan Zn juga dihitung dan tanaman yang diinokulasi mikoriza memiliki 11, 24 mg Zn dibandingkan dengan 0,16 mg Zn tanaman (Gambar 2) (Ortas *et al.* 2002a; Ortas, *et al.*, 2012).



Gambar 2. Pengaruh aplikasi P dan Zn dan inokulasi mikoriza terhadap total P uptake tanaman jeruk. Zn0 (0 mg Zn/kg tanah), Zn1 (2,5 mg Zn/kg tanah), Zn2 (5 mg Zn/kg tanah).



Gambar 3. Pengaruh aplikasi P dan Zn dan inokulasi mikoriza terhadap kandungan Zn pada berat kering tanaman



Gambar 4. Pengaruh aplikasi P dan Zn terhadap pertumbuhan tanaman jeruk dengan dan tanpa aplikasi mikoriza

PERAN MYCORRHIZAE DALAM KETAHANAN STRESS LINGKUNGAN KADAR GARAM TINGGI (SALINITAS) PADA BATANG BAWAH JERUK

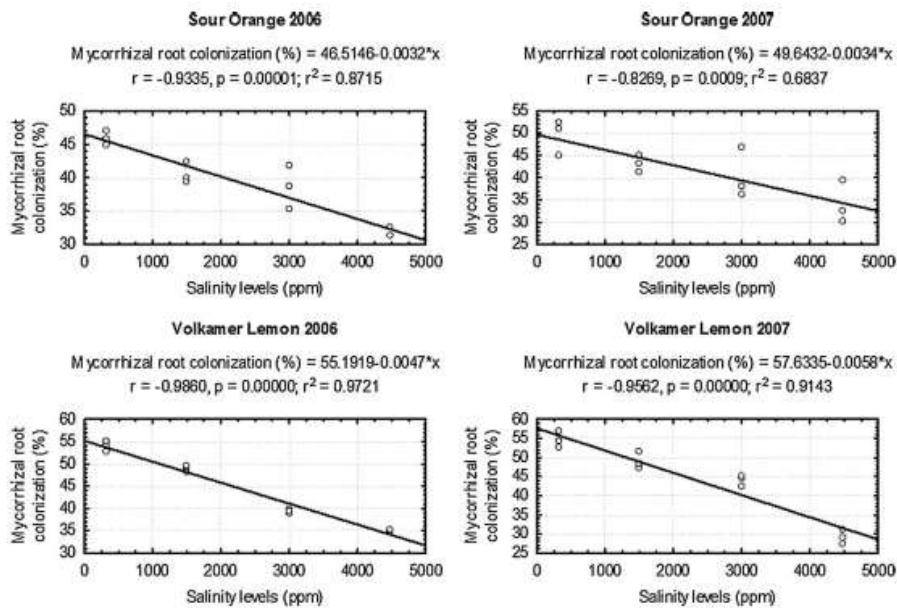
Potensi jamur mikoriza arbuskular (AM) untuk meningkatkan pertumbuhan jeruk, transpirasi tanaman, konduktivitas hidrolis akar dan fotosintesis telah di analisa dengan baik. Peningkatan pertumbuhan tanaman di bawah stress salinitas setelah aplikasi inokulasi mikoriza dapat menyebabkan peningkatan penyerapan P (Khalil, H.A., *et al.*, 2011).

Hasil penelitian, menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan bibit, luas daun, total, atas, akar dan bobot kering daun, luas penampang batang serta rasio top to root cenderung merespon setiap peningkatan tekanan salinitas dari media pertumbuhan. Pengaruh batang bawah pada indeks pertumbuhan batang bawah lemon Volkamer lebih tinggi daripada batang bawah Sour Orange. Hasilnya menunjukkan bahwa indeks pertumbuhan jeruk Sour Orange dan bibit lemon Volkamer jelas meningkat sebagai hasil dari inokulasi AMF dibandingkan dengan yang tumbuh tanpa AMF. Kecenderungan ini diamati pada dua batang bawah selama musim eksperimental (Khalil, H.A., *et al.*, 2011).

Hatch (1937) juga menemukan bahwa infeksi mikoriza memperpanjang umur akar dan merangsang mereka untuk bercabang. Ini akan menghasilkan sistem akar yang lebih besar dan memiliki total potensi penyerapan permukaan yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan sistem yang tidak terinfeksi (Khalil, H.A., *et al.*, 2011).

Peningkatan salinitas juga menurunkan kolonisasi fungi AM. Persentase panjang akar mikoriza menurun secara bertahap dengan meningkatnya stres salinitas. Penurunan ini terbukti selama kedua musim eksperimental pada kedua batang bawah Sour Orange dan Volkameriana (Gambar 4) (Khalil, *et al.*, 2011). Koefisien regresi secara signifikan diamati antara salinitas dan persentase kolonisasi mikoriza akar keseluruhan data dari kedua musim eksperimental secara statistik dianalisis. Penurunan kolonisasi di bawah stres dapat disebabkan oleh kondisi yang buruk untuk sporulasi dan pengembangan

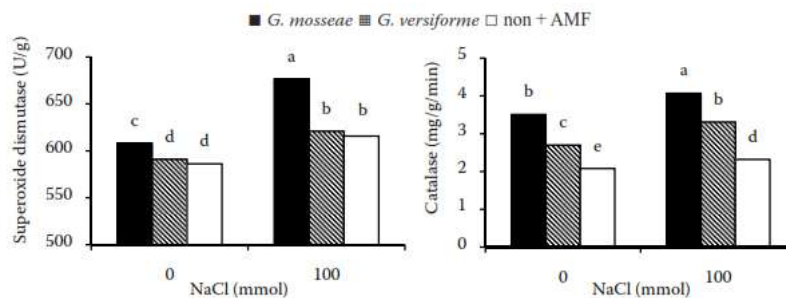
spora di bawah kondisi rhizosfer yang tidak menguntungkan (Murkute *et al.*, 2006; Khalil, H.A., *et al.*, 2011).



Gambar 5. Pengaruh stress salinitas pada (%) kolonisasi AMF pada batang bawah sour orange dan volkameriana pada musim pertama dan kedua

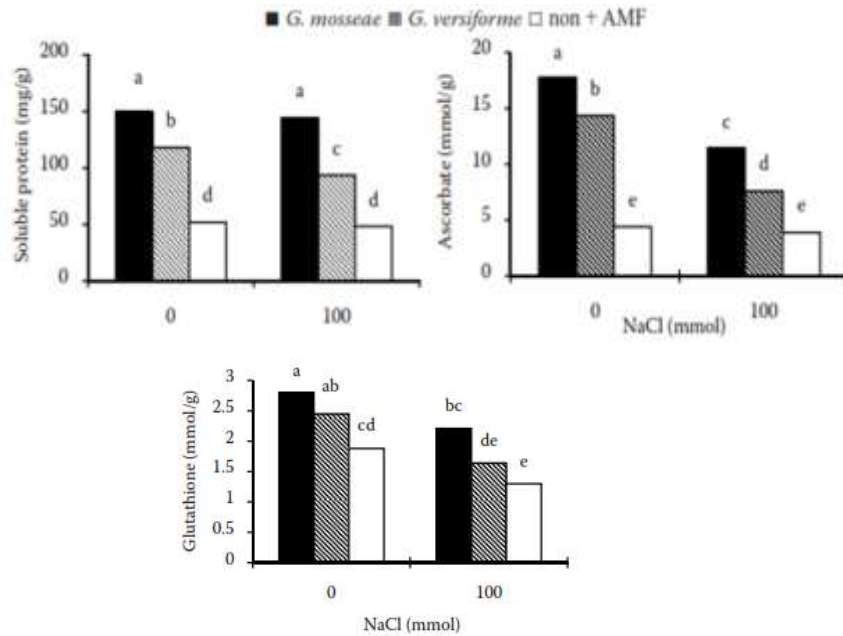
PERAN MYCORRHIZAE DALAM MENINGKATKAN SISTEM PERTAHANAN ANTIOKSIDAN PADA JERUK TRIFOLIATA

Dalam kondisi stress tanaman menginduksi metabolit sekunder berupa senyawa enzimatik dan non-enzimatik untuk meningkatkan ketahanan system antioksidan. Menurut penelitian Inokulasi AMF *G. mosseae* dan *G. versiforme* pada kondisi stress salinitas mampu menginduksi senyawa antioksidan pada batang bawah jeruk trifoliata. Penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas SOD sebagian besar disebabkan oleh *G. mosseae* tetapi tidak *G. versiforme* pada kondisi salinitas atau kondisi non salinitas, dan infeksi AMF secara signifikan meningkatkan aktivitas CAT dari daun jeruk dalam kondisi salin. SOD dan CAT penting bagi tanaman untuk mentoleransi salinitas, karena SOD mengkatalisis dismutasi O_2 menjadi H_2O_2 , dan CAT diasosiasikan H_2O_2 menjadi air dan oksigen (Gambar 6) (Wu.Q.S, *et al.*, 2013).



Gambar 6. Aktivitas SOD dan katalase pada daun, AMF *G. mossae*, *G. versiforme* dan non AMF pada jeruk trifoliolate dibawah kondidi stress salinitas

Data Non-enzimatic antioksidan juga menunjukkan bahwa meskipun salinitas sangat membatasi kandungan ASC dan GSH, inokulasi mikoriza mampu meningkatkan kandungan protein terlarut, ASC dan GSH dari bibit trifoliolate (Gambar 7) (Wu.Q.S, *et al.*, 2013).



Gambar 7. Kandungan protein terlarut, askorbat, dan glutathione pada daun yg di aplikasikan AMF AMF *G. mossae*, *G. versiforme* dan non AMF pada jeruk trifoliolate dibawah kondisi stress salinitas

KESIMPULAN

1. Sistem akar lebih baik dan menyebar setelah inokulasi AMF sehingga penyerapan hara lebih maksimal dan berpengaruh positif pada pertumbuhan batang bawah tanaman jeruk .
2. Kolonisasi fungi AMF mengalami penurunan secara bertahap ketika tanaman mengalami stress salinitas. Persentase panjang akar mikoriza menurun secara bertahap dengan meningkatnya stres salinitas pada kedua batang bawah Sour orange dan Volkameriana
3. Inokulasi AMF dapat meningkatkan kapasitas bibit yang lebih tinggi untuk mengendalikan pembentukan ROS dan untuk mengaktifkan pertahanan antioksidan enzimatik dan non-enzimatik.

DAFTAR PUSTAKA

- Back, M.M., Taís Altmann, T., and P.V. Dutra de Souza., 2016., Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on the vegetative development of citrus rootstocks., e-ISSN 1983-4063 .,www.agro.ufg.br/pat .Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, 46 (4); 407-412
- Eulenstein, F., Tauschke, M., Behrendt, A., Monk, J., Schindler, U., Lana, M.A and S.Monk., 2017., The Application of Mycorrhizal Fungi and Organic Fertilisers in Horticultural Potting Soils to Improve Water Use Efficiency of Crops. Horticulturae 3(1):8; DOI: [10.3390/horticulturae3010008](https://doi.org/10.3390/horticulturae3010008)
- Khalil HA., AM. Eissaa, Samy M. El-Shazly and Amal M.Aboul Nasr. (2011). Improved growth of salinity-stressed citrus after inoculation with mycorrhizal fungi. Scientia Horticulturae 130, 624-632.
- Li, Y., Zou, Y. N. and Wu, Q. S. (2013)., Effects of Diversispora spurca inoculation on growth, root system architecture and chlorophyll contents of four citrus genotypes. International Journal of Agriculture & Biology.,15 (2); 342-346.
- Misra A.N., Latowski D., Strzalka K. (2006): The xanthophylls cycle activity in kidney bean and cabbage leaves under salinity stress. Russian Journal of Plant Physiology, 53: 102–109.
- Murkute, A.A., Sharma, S., Singh, S.K., 2006. Studies on salt stress tolerance of citrus rootstock genotypes with arbuscular mycorrhizal fungi. Hort. Sci. (Prague) 33 (2), 70–76.
- Ortas,I., 2012., Mycorrhiza in Citrus: Growth and Nutrition., <https://www.researchgate.net/publication/285944054>., DOI: 10.1007/978-94-007-4171-3_23
- Rodriguez-Gamir, J., Primo-Millo, E., Forner, J.B., Angeles Forner-Giner, M., 2010. Citrus rootstock responses to water stress. Sci. Hortic. 126, 95–102.
- Wu.Q.S, Zou, Y.N., Liu,W., Ye, X,F, Zae,H.F., and L.J.Zhao., 2010., Alleviation of salt stress in citrus seedlings inoculated with mycorrhiza: changes in leaf antioxidant defense systems., PLANT SOIL ENVIRON., 56, 2010 (10): 470–475
- Wu.Q.S., Srivastava,A.K., and Y.N, Zou., 2013., AMF-induced tolerance to drought stress in citrus: A review., Scientia Horticulturae 164 (2013) 77–87