دراسة تأثير التسميد العضوي والتلقيح بـ *Trichoderma harzianum* في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة وإنتاجية الذرة الصفراء في منطقة حماة

أ.د. عصام شكري الخوري أستاذ مساعد في قسم التربة واستصلاح الأراضي (كلية الهندسة الزراعية – جامعة حمص)

د. محسن عبود مدرس في قسم وقاية النبات (كلية الهندسة الزراعية – جامعة حمص)

رشا شحود طالبة ماجستير

الملخص

أجريت تجربة أحواض في تربة ذات قوام لومي داخل بيت بلاستيكي محمي في دائرة المكافحة الحيوية التابعة لمديرية الزراعة والاصلاح الزراعي التي تقع في الجهة الجنوبية من مدينة حماة، وذلك باستخدام سماد عضوي من الكمبوست النباتي (CO) بمستوى (10) طن/هكتار، والسماد الحيوي فطر ***Trichoderma harzianum*** بتركيز (10□) بوغة/مل/هكتار، كما تمت زراعة الأحواض بمحصول الذرة الصفراء صنف كاسبر هجين CASPER F1 (مع الإبقاء على نبات واحد في كل حوض) ولثلاث معاملات: (معاملة الشاهد C؛ ومعاملة سماد عضوي CO 10طن/هكتار؛ ومعاملة السماد العضوي مع ***Trichoderma harzianum*** CO+T)، وذلك بهدف دراسة تأثير السماد العضوي والتلقيح بفطر ***Trichoderma harzianum*** في بعض الخصائص الفيزيائية والفيزيومائية للتربة المزروعة بمحصول الذرة الصفراء وانتاجية النبات، وتم التوصل إلى ما يلي:

أدت الإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر ال ***Trichoderma*** إلى تحسين معظم الخواص الفيزيائية للتربة اللومية المدروسة حيث لوحظ تحسن في ثباتية البناء للتربة، من خلال زيادة نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05 مم في التربة بالمقارنة مع الإضافة الفردية للسماد العضوي والشاهد دون وجود فرق معنوي بين المعاملات ، كما انخفضت نسبة تفكك التربة مقارنة مع باقي المعاملات وانخفضت قيمة الكثافة الظاهرية بالمقارنة مع الشاهد فقط، كما زادت المسامية الكلية والمسامية الهوائية ومحتوى التربة من المادة العضوية وبشكل معنوي بالمقارنة مع باقي المعاملات ،كما زادت الرطوبة الهيجروسكوبية عند المعاملة المشتركة، بينما زادت نقطة الذبول الدائم عند معاملة الإضافة الفردية للسماد العضوي، كما ارتفعت قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عند السعة الحقلية والماء المتاح والماء سهل الاستفادة في المعاملة المشتركة بشكل معنوي، كما زاد الوزن الرطب للنبات بدون جذر عند الإضافة المشتركة وكان هناك فرق معنوي واضح بالمقارنة مع باقي المعاملات، أما بالنسبة ل الوزن الجاف للنبات بدون جذر كان للإضافة المشتركة تأثير معنوي واضح بالمقارنة مع الشاهد وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة مع معاملات السماد العضوي.

الكلمات المفتاحية: السماد الحيوي ***T. harzianum***، السماد العضوي، خصائص فيزيائية–تربة لومية.

Study of the effect of organic fertilization and pollination with Trichoderma harzianum on some soil physical properties and productivity. *Zea mays L* in the Hama Region .

Abstract

An experiment was conducted inside a greenhouse in a loamy soil at the Biological Control Department of the Directorate of Agriculture and Agrarian Reform located in the southern part of Hama city. Three treatments were used in the research: plant compost CO (10 tons/ha), biofertilizer T Trichoderma harzianum fungus (10 spores/ml/ha), and compost .treatment with Trichoderma harzianum fungus (CO+T)

The cultivation was done with yellow corn, CASPER hybrid .variety CASPER F1, and with five replicates

The aim of the research was to study the effect of organic fertilizer and inoculation with Trichoderma harzianum fungus on some physical and physico-hydrological properties of the .soil planted with yellow corn and plant productivity

The results showed that the addition of both organic fertilizer and Trichoderma fungus improved most of the physical properties of the studied loamy soil, as an improvement was observed in the stability of the soil structure, by increasing the percentage of particles with diameters greater than 0.05 mm in the soil compared to the individual addition of organic fertilizer and the control without a significant difference between the treatments. The soil disintegration rate also decreased compared to the rest of the treatments and the Bulk density

value decreased compared to the control only. Total porosity, aerial porosity and soil organic matter content increased significantly compared to the rest of the treatments. Hygroscopic humidity also increased in the combined treatment, while the permanent wilting point increased in the individual addition of organic fertilizer.The soil's ability to retain water at field capacity, available water and easy-to-use water increased significantly in the combined treatment. The wet weight of the plant without a root also increased when the combined addition and there was a clear significant difference compared to the rest of the treatments. As for the dry weight of the plant without a root, the combined addition had a clear significant effect compared to the control and there was no significant difference compared to the organic fertilizer treatment.

key word: Biofertilizer ***T. harzianum***, organic fertilizer, physical properties, Loamy soil

المقدمة introduction:

تعد الذرة الصفراء (***Zea mays L.***) من النباتات ذات الأهمية الغذائية الكبيرة، حيث تزرع في مناطق مختلفة من سورية، كما أنها من محاصيل الحبوب الصناعية التي يستخرج من حبوبها الزيت الصالح للاستهلاك البشري وهو من أجود أنواع زيوت المحاصيل، وتزرع بعض أصناف الذرة الصفراء كمحصول علفي أخضر كما أن حبوبها تستخدم في تغذية الدواجن [2].

يحتل محصول الذرة الصفراء المرتبة الثالثة من حيث الأهمية الاقتصادية بعد محصولي القمح والرز [17] ، وعلى الرغم من أهمية هذا النبات إلا أنه يعد عرضة للعديد من العوامل غير الحيوية (الجفاف وتلوث المحيط) والحيوية (الحشرات والفطريات .... الخ)، حيث تؤثر العوامل غير الحيوية على تطور نبات الذرة، مما يس‌هل إصابتها بمختلف الأمراض الفطرية، البكتيرية والفيروسات وتحدث هذه الأمراض خسائر في المردود وكذلك في القيمة الغذائية والتجارية التي تتمثل في انخفاض المادة الجافة أو عدم القدرة على الإنبات [36] .

يعد انتاج محصول الذرة الصفراء في سورية قليلاً مقارنةً بالإنتاج العالمي لعدة أسباب منها عدم اتباع الأسلوب الأمثل في الزراعة، والإصابة بالأمراض وفقر التربة بالمواد العضوية، والعشوائية في استخدام الأسمدة الكيميائية [4 ، 18].

كانت المكافحة الطبيعية حاضرة بشكل طبيعي في الأنظمة البيئية، التي تعتمد على مكافحة الكائنات الحية الممرضة عن طريق كائنات حية أخرى، فقد أظهرت الدراسات أهمية فطر ***Trichoderma*** ضد الكائنات الحية الدقيقة الممرضة الموجودة في التربة، حيث تحيط خيوطه بجذور النباتات، وتفرز مجموعة من الإنزيمات والمضادات الحيوية [21 ، 23] ، مما يؤدي إلى التنافس مع الممرضات

القاطنات في التربة، على العناصر الغذائية الموجودة في منطقة الريزوسفير، كذلك تميز هذا الفطر بقدرته على تعزيز المقاومة الجهازية للنبات وزيادة اتاحة بعض العناصر الغذائية الموجودة في التربة [7] .

بدأ التوسع بزراعة الذرة الصفراء من خلال التركيز على إنتاج واستخدام المخصبات الحيوية الميكروبية والعضوية بهدف المحافظة على خصوبة التربة خاصة وأن نسبة كبيرة من أراضي سورية تتسم بارتفاع درجة حموضتها، وافتقارها للمادة العضوية وللنشاط الميكروبي اللذين يمثلان أحد المكونات الرئيسة في منظومة خصوبة التربة الثلاثية (الفيزيائية والكيميائية والحيوية) [8] ، لذا كان لابد من تفعيل النشاط الميكروبي باستخدام تقنيات التلقيح الميكروبي والتسميد العضوي [41].

الدراسة المرجعية Literature Review:

- أهمية الذرة الصفراء:

يعد محصول الذرة الصفراء (***Zea mays L.***) من أهم محاصيل الأمن الغذائي، بالإضافة لإنتاج الوقود الحيوي، كما تؤدي الذرة الصفراء دورًا مهماً في مقاومة الأعشاب الضارة وامتصاص المياه من الطبقات العميقة للتربة [7].

تؤدي إصابة نبات الذرة الصفراء ببعض الأمراض، إلى انخفاض الإنتاج السنوي للمحصول كثيراً، ومن أهمها مرض عفن ساق الفيوزاريوم (**FSR**) الناجم عن فطر (**Fusarium graminearum**) [29]، ومرض موت البادرات (**Damping off**) الذي يسببه وجود إحدى الفطريات التالية ***Pythium spp*، *Fusarium spp*، *Rhizoctonia solani*** في التربة[32] ، بالإضافة إلى تزايد الطلب على الذرة الصفراء نتيجة لتزايد عدد السكان وتعدد استخداماتها وأهميتها الاقتصادية [1] .

- أهمية المادة العضوية:

تعد المادة العضوية المخصب الذي يضاف إلى التربة لزيادة خصوبتها وقدرتها على امداد النبات بالعناصر الغذائية [5] ، وتشكل مهداً للميكروبات النافعة والضارة، إلا أن الجانب المهم في بعض أحياء التربة المجهرية أنها تسهم في رفع القدرة الخصوبية للتربة مما يزيد من نمو وإنتاجية المحاصيل، لذا لجأ المزارعون إلى إضافة المواد العضوية بكميات كبيرة إلى التربة، لتحقيق عوائد اقتصادية عالية في الإنتاج الزراعي ومن أهم هذه الأسمدة روث الأبقار والأغنام والماعز والدواجن [10] ،كما أن الأحياء الدقيقة هي الأخرى تعد محللاً جيداً للمادة العضوية[12] ، وتعد مقياساً متكاملاً لصحة التربة وحمايتها من التدهور [10] .

- دور الكائنات الحية الدقيقة في صحة التربة:

تمثل الكائنات الحية الدقيقة أكبر مجموعة حيوية وأكثرها تنوعاً في التربة، حيث يقدر عدد الكائنات الحية الدقيقة بمليون إلى مليار كائن حي دقيق لكل غرام واحد من التربة الزراعية، تُعرَّف صحة التربة بأنها قدرة التربة على العمل كنظام حيوي حي، أي امتلاكها لمجموعة متنوعة ونشطة من الكائنات الحية[27] .

تمتلك الكائنات الحية الدقيقة القدرة على إعطاء مقياس متكامل لصحة التربة وهو مظهر لا يمكن الحصول عليه فقط من خلال التدابير الفيزيائية و/أو الكيميائية، حيث تساعد الميكروبات في تكوين بناء التربة عن طريق زيادة لصق حبيبات التربة مع بعضها البعض بوساطة المفرزات العضوية التي تفرزها هذه الميكروبات، كما وتؤثر الكائنات الحية الدقيقة أيضاً في قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء، وزيادة معدل الرشح والنفاذية، وقابليتها للانضغاط [10].

تؤدي الكائنات الحية الدقيقة في التربة دورًا أساسيًا في تحلل المواد العضوية، وتدوير المغذيات وتسميد التربة، وبدون تدوير العناصر الغذائية، سيكون استمرار الحياة على الأرض مستحيلًا، لأن العناصر الغذائية الأساسية سوف تستهلك من قبل

الكائنات الحية، كما و إن التغييرات في المجموعات الميكروبية أو نشاطها يمكن أن تسبق التغيرات التي يمكن اكتشافها في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، وبالتالي توفير مؤشر مبكر على صحة وخصوبة التربة أو تحذير مبكر على تدهورها [34].

- أهمية فطر *Trichoderma*:

تعد السلالات التابعة لجنس ***Trichoderma*** من أكثر الفطريات دراسةً لتحسين إنتاج وتطوير العديد من أنواع المحاصيل، حيث تستخدم لمقاومة بعض مسببات الأمراض النباتية، ومكافحة بعض ***الممرضات*** من قاطنات التربة، حيث تتطفل على بعض الفطريات الممرضة، بالإضافة لقدرتها على تكوين علاقة تبادلية مع جذور النباتات، مما يسهم في انتشارها بشكل كبير [30 و24].

تتأثر الخواص الفيزيائية والكيميائية للتربة بوجود فطر ***Trichoderma***، فالتربة المعاملة به تتصف بكونها ذات مسامية أكبر وذات قدرة أعلى على الاحتفاظ بالماء مقارنة مع الترب غير معاملة به [33].

توجد العديد من العناصر الغذائية في التربة، بشكل غير قابلة للذوبان او قليلة الذوبان، مما يؤثر على دورة المغذيات في التربة ويحد من تداولها وإتاحتها للنبات.

تعمل أنواع ***Trichoderma spp*** على تعزيز توافر وامتصاص العناصر الغذائية، عن طريق إفراز الأحماض العضوية التي تذيب الأملاح المعدنية، وتعمل على تنشيط العناصر الغذائية، مما يؤدي إلى تحسين اتاحتها للنباتات في التربة [22].

نظرًا لقدرة التكاثر القوية والانتشار السريع لأنواع ***Trichoderma*** فإنها توسع منطقة التلامس بين الجذر والتربة فيزيد من الميسيلوم ويعطيه زيادة عددية لحماية

النبات وتزيد من إفراز الأنزيمات خارج الخلية مثل sucrase وurease وPhosphatase، وكذلك الأحماض العضوية وبالتالي تحسين دورة المغذيات ونشاط أنزيمات التربة، كما يمكن أيضاً أن تتأثر إمكانية الوصول إلى العناصر الغذائية في الجذور بشكل مباشر أو غير مباشر بواسطة ***Trichoderma spp***، والتي تكون قادرة على اتاحة العناصر الغذائية وأهمها الآزوت والفوسفور [39].

وجد أن إضافة ***Trichoderma*** إلى التربة، يزيد من الأشكال المتاحة للعناصر الغذائية، بالإضافة إلى تحسين بنية المجتمع الميكروبي في التربة[40 ، 38]

كما أن لفطر ***Trichoderma sppp*** القدرة على تغيير قيمة الرقم الهيدروجيني للتربة، وكذلك إعادة تحويل المغذيات العضوية إلى مغذيات غير عضوية متاحة للنباتات[39 ،26 ،25] .

تنتمي أنواع ***Trichoderma*** إلى:

رتبة	**Hypocreaales**
عائلة	**Hypocreaceae**
صف	**Sordariomycètes**

[9]

مبررات البحث Justifications:

تحسين الخصائص الفيزيائية والفيزيومائية للتربة باستخدام السماد العضوي وفطر ***Trichoderma harzianum***وانعكاسها على نبات الذرة الصفراء.

أهداف البحث Objectives:

دراسة تأثير السماد العضوي والتلقيح بفطر ***Trichoderma harzianum*** في بعض الخصائص الفيزيائية والفيزيومائية للتربة المزروعة بمحصول الذرة الصفراء وانتاجية النبات.

مواد وطرائق العمل

-**الموقع:** تم تنفيذ البحث في دائرة المكافحة الحيوية التابعة لمديرية الزراعة والاصلاح الزراعي في حماة والتي تقع جنوب مدينة حماة، ذات المساحة (10) دونم، وتحتوي على بيوت محمية تتم فيها زراعة المحاصيل للتجارب المخبرية.

-**المناخ:** تتميز المنطقة التي نفذ بها البحث بأن متوسط أعلى درجة حرارة (34) □صيفاً، ومتوسط أخفض درجة حرارة شتاءً (14) □ ومتوسط هطول الأمطار السنوية فيها (584) مم /السنة أي أنها تنتمي إلى منطقة الاستقرار الأولى[11] .

- **تجهيز التربة:** تم إجراء البحث داخل بيت محمي مساحته (300)m² بطول (30)m وعرض (10)m. وذلك من خلال جمع عينة التربة من العمق (0-30) cm وتنقيتها من الحجارة والأعشاب وتجفيفها هوائياً.

-**المادة النباتية:** تم استخدام نبات الذرة الصفراء صنف كاسبر هجين **CASPER** F1 المعتمد من قبل مؤسسة إكثار البذار والمستورد عن طريق وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في سورية، ويقدر موسم النمو بحوالي 100 يوم من تاريخ الزراعة وحتى الحصاد، والإنتاجية البيولوجية (15-28) طن/هكتار، ودرجة الحرارة المناسبة للإزهار (25) درجة مئوية والرطوبة الجوية (70-75) %.

-**السماد العضوي:** استخدم سماد عضوي من الكمبوست الناتج من مصدر نباتي حيث تم تحضيره من بقايا البطاطا والبندورة والباذنجان والزيتون والنارنج وشجرة اللبخ. تم تحديد التركيب الكيميائي للسماد النباتي في مختبر خصوبة التربة وتغذية النبات

في كلية الهندسة الزراعية، بجامعة البعث، سورية، كما هو مبين في الجدول رقم **(1)**.

يلاحظ من القيم المبينة في الجدول **(1)** بأن السماد العضوي المستخدم في البحث غني بالمادة العضوية وذات محتوى جيد من العناصر الغذائية كما أن الـ **pH فيه** متعادل ونسبة الـ C/N جيدة **1:11** فهو متخمر ويصلح للتسميد حسب [9].

الجدول رقم (1): بعض الخصائص الكيميائية للسماد العضوي (الكمبوست) المستخدم

pH 1:10	EC µmhos.cm^{-1}	الكربون العضوي %	المادة العضوية %	الآزوت الكلي %	الفوسفور %	C/N	البوتاسيوم %
7.51	1475	24	41.38	2.18	2.85	1:11	1.79

المعاملات المستخدمة:

استخدام مستوى (10) طن/هكتار مادة جافة من السماد العضوي والذي تميز بالخصائص الكيميائية والخصوبية حسب (جدول، 1).

- **فطر الـ *Trichoderma* المستخدم:** هو عبارة عن معلق بوغي من نوع ***Trichoderma harzianum*** بتركيز ($1*10^7$)بوغة/مل، المعتمد من قبل وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي تاريخ 25/6/2018 .

يستخدم التسميد الحيوي بشكل عام بفطر الـ ***Trichoderma*** في دائرة المكافحة الحيوية في مدينة حماة للوقاية من بعض الأمراض من قاطنات التربة

بتركيز (□10) بوغة/مل/هكتار، لذلك تم استخدامه في هذا البحث بتركيز بهذا التخفيف (□10) بوغة/مل/هكتار من تركيز ***Trichoderma***.

1-تربة الشاهد C دون اي إضافة.

2- (CO) سماد عضوي بمعدل (10) طن/هكتار مادة جافة

3- (CO+T) سماد عضوي (10) طن/هكتار + ***Trichoderma harzianum*** بتركيز (□10) بوغة/مل/هكتار.

تم استخدام المعاملات السابقة بخمسة مكررات لكل منها وبالتالي يكون عدد الوحدات التجريبية في البحث 3*5=15

طريقة التنفيذ الحقلية:

-أجريت التجربة داخل بيت زجاجي محمي، ضمن ظروف طبيعية من التهوية والاضاءة ودرجة الحرارة (28-25) درجة مئوية والحفاظ على رطوبة تتراوح بين (65 إلى 75)%، وتم نقل عينة التربة غير المعقمة إلى أحواض بطول(50cm) وعرض (30)cm وارتفاع (20cm)، بمعدل (23.745)كغ تربة لكل حوض، وذلك بعد أن أضيفت المعاملات السابقة للأحواض، وبعد مضي (15) يوماً زرعت بذور الذرة الصفراء في التربة، على عمق (3-2)سم، بمعدل (3-2) بذور في كل حوض، وخففت بعد ذلك إلى نبات واحد في كل حوض[7] وذلك بعد (20-30) يوم من الزراعة حسب ظهور النباتات فوق سطح التربة وتم الري حسب الحاجة بمعدل رية كل (2) يوم، وتم أخذ عينات التربة للتحليل من الأحواض من منطقة انتشار الجذور في بداية تشكل النورة الزهرية للنبات والذي اختلفت مدتها حسب المعاملات. وذلك بعد تجفيفها هوائيا وتقسيمها إلى قسمين: الأول ترك بشكل طبيعي لتحديد ثباتيه

البناء، أما القسم الثاني فقد تم نخله بمنخل أقطار فتحاته (2) مم وأجري عليه التحاليل المخبرية المطلوبة.

-العمليات الزراعية:

1- الري: تم الري بحيث يتم الحفاظ على مستوى رطوبة (75) % من السعة الحقلية في التربة بالطريقة الوزنية.

2- التفريد: تم الحفاظ على نبات واحد في كل حوض.

3-الحصاد: تم الحصاد بعد مضي (103, 117) يوم من الزراعة أي في طور بداية تشكل النورة الزهرية عند النبات.

-التحاليل المخبرية: تضمنت ما يلي:

-التحاليل الفيزيائية للتربة:

أجرى **التحليل الميكانيكي** لتحديد قوام التربة باستخدام طريقة الهيدرومتر [3، 31]

والتحليل الحبيبي باستخدام طريقة الهيدرومتر وذلك لتحديد حالة التحبب، درجة التحبب، نسبة التفكك [3 ، 19] وتم تقدير **الكثافة الظاهرية** للتربة الجافة بطريقة الأسطوانة المفتوحة الطرفين بحجم **(100) سم^3**[14، 37] وتم تحديد **السعة الحقلية** بالطريقة الحقلية بعد الإشباع وتمام الصرف والتغطية و[37] وقدرت **الرطوبة الهيجروسكوبية** بطريقة التجفيف بدرجة 105 درجة مئوية وتم تقدير **نقطة الذبول** بالطريقة البيولوجية.

- تحليل السماد العضوي:

تم قياس درجة **الـ pH** في معلق مائي 1:10 [8] وقياس **الـEC** في مستخلص مائي1:10 [8] ، وقدرت المادة العضوية بطريقة الحرق الجاف (الترميد) [20،

35]، وتم تقدير الفوسفور القابل للإفادة باستخدام جهاز المطيافية الضوئية **(Spectro Photometer)** [20 ،16].

-التحليل الإحصائي:

تمت مقارنة المتوسطات بإجراء تحليل one way anova

عرض النتائج ومناقشتها

قوام التربة: التربة ذات قوام لومي، في كافة المعاملات المدروسة كون القوام لا يتغير لأنه تم استخدام تربة من مكان واحد وأن اضافة المادة العضوية لا تؤثر في مكونات التربة.

ثباتية بناء التربة:

أدت إضافة معاملة السماد العضوي و ***T. harzianum*** (Co+T) إلى التربة المزروعة بمحصول الذرة الصفراء كما هو موضح في الجدول رقم (2) إلى زيادة كل من نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05 مم وحالة تحبب التربة، مقارنة مع معاملاتي السماد العضوي Co والشاهد C، ولم يكن هناك فروق معنوية في نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05مم بين المعاملتين (Co+T) و Co لكن لوحظ وجود فرق معنوي بينها وبين معاملة الشاهد C. يمكن أن يكون السبب زيادة محتوى التربة من المادة العضوية و ***T. harzianum*** حيث زادت قدرة التربة على تشكيل حبيبات أكبر من 0.05 مم مما ساعد في تحسين حالة التحبب وهذا يتوافق مع نتائج [6].

كما يلاحظ من الجدول رقم (2) أن حالة التحبب للتربة المدروسة قد زادت في المعاملة Co+T وحققت أعلى نسبة لحالة التحبب (27.79±1.04) % مقارنة مع المعاملة Co وبلغت (27.56±0.88) % وعند الشاهد C كانت (25.68±0.89) % دون وجود فروق معنوية بين المعاملات، وهذا يتوافق مع ما توصل اليه[41] .

درجة تحبب التربة: يلاحظ من الجدول رقم (2) أن درجة التحبب للتربة المدروسة حققت أعلى نسبة (45.30±1.70) % عند المعاملة CO+T مقارنة مع CO (45.22±1.40) % وكانت أقل نسبة لدرجة التحبب عند الشاهد C (42.82±1.19) % دون وجود فروق معنوية بين المعاملات. يمكن أن يعود سبب ذلك الى عدم وجود فروق معنوية في حالة التحبب، كون التجربة لفترة قصيرة لم تظهر تأثير الإضافات بشكل مباشر والتربة قليلة المحتوى من الطين مع العلم بأن حالة التحبب ودرجة التحبب تتأثران بمحتوى التربة من الطين والمادة العضوية وهذا يتوافق مع نتائج [6].

نسبة تفكك للتربة: انخفضت نسبة التفكك التربة المدروسة عند المعاملة CO+T وكانت أقل نسبة عندها، حيث بلغت (58.17±0.90) % مقارنة مع معاملة السماد العضوي CO حيث كانت (58.62±0.9) % وكانت أعلى نسبة للتفكك عند معاملة الشاهد C (60.93±1.10) % وكان هناك فرق معنوي بالمقارنة بين المعاملات CO+Tو CO وفرق معنوي بين المعاملات CO+T و C كما هو موضح في الجدول رقم (2) ، يمكن أن يكون سبب انخفاض نسبة تفكك التربة المدروسة، زيادة محتوى التربة من المادة العضوية، عند اضافة معاملة السماد العضوي بجانب ***Trichoderma*** حيث زاد من فعالية الفطر في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة كنسبة التفكك وهذا يتوافق مع ما توصل اليه [41]، ولكن رغم ذلك كانت نسبة تفكك التربة عالية بعد إضافة المادة العضوية و ***T. harzianum*** لكل المعاملات وبذلك تكون التربة المدروسة غير مقاومة للانجراف المائي وهي تحتاج إلى صيانة واستصلاح عن طريق إغنائها بالمادة العضوية والفطر ***T. harzianum*** إما

بالطرائق المعروفة سواء كانت الإضافة المباشرة بشكل سنوي أو اتباع الدورات الزراعية التي يدخل في عدادها المحاصيل البقولية والتسميد الأخضر يتخللها إضافة ***T. harzianum*** والسماد العضوي بالمعدلات المدروسة وهذا يتوافق مع نتائج [6].

الجدول رقم (2): نتائج التحليل الحبيبي وثباتية بناء التربة المدروسة

رمز المعاملة	الحبيبات التي أقطارها 0.05 > مم	الحبيبات التي أقطارها 0.05 < مم	حالة التحبب %	درجة التحبب%	نسبة التفكك %	المادة العضوية mg/kg
C	**40.04±0.53 a**	**59.96±0.53 b**	**25.68±0.89 a**	**42.82±1.19 a**	**60.93±1.10 a**	**1.33±0.28 b**
CO	**39.04±0.4 b**	**60.69±0.13 a**	**27.56±0.88 a**	**45.22±1.40 a**	**58.62±0.9 ab**	**1.36±0.32 b**
CO+ T	**38.64±0 b**	**61.36±0 a**	**27.79±1.04 a**	**45.30±1.70 a**	**58.17±0.90 b**	**2.1±0.28 a**

حيث أن: C– الشاهد، CO– السماد العضوي، T- *Trichoderma harzianum*

تشير الرموز (d،c،b،a) إلى وجود فروق معنوية أو لا بين المعاملات والتي لا تشترك في نفس الحرف تختلف اختلافًا كبيرًا.

محتوى التربة من المادة العضوية: يتبين من الجدول رقم (2) أن محتوى التربة المدروسة من المادة العضوية، قد زادت عند معاملة CO +T وحققت أعلى نسبة (2.1±0.28) mg/kg، مقارنة معCO وبلغت (1.36±0.32) mg/kg وC (1.33±0.28)mg/kg ، ولم يوجد فرق معنوي بين المعاملات C وCO بينما يوجد فرق معنوي بين CO +T وبين باقي المعاملات. ويعزى ذلك إلى وجود فطر ***T. harzianum*** في التربة والذي يؤثر بشكل إيجابي بمحتوها من المادة العضوية من خلال إفراز الأحماض العضوية التي تحلل المادة العضوية في التربة من جهة وزيادة

رطوبة التربة من جهة أخرى الأمر الذي يتناسب طرداً مع محتوى التربة من المادة العضوية [33].

الجدول رقم (3) تأثير معاملات التجربة في بعض الخصائص الفيزيائية للتربة المدروسة

المعاملة	كثافة حقيقية غ/سم³	كثافة ظاهرية غ/سم³	المسامية الكلية %	المسامية الهوائية %
C	2.6±0.2 a	1.29±0.02 a	50.38±0.80 b	23.48±1.02 b
CO	2.59±0.01 a	1.13±0.02 b	56.37±0.64 a	27.47±1.94 a
CO+T	2.59±0.01 a	1.11±0.02 b	57.14±0.82 a	28.19±1.6 a

الكثافة الحقيقية للتربة: انخفضت قيمة الكثافة الحقيقية عند معاملات CO+T CO، حيث تساوت **في قيمها والتي** بلغت (2.59±0.01) غ/سم³وكانت أقل من الشاهد C (2.6±**0.2**) غ/سم³ولم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملات كما هو موضح في الجدول رقم (3). وقد يعود السبب في ذلك لدور الفطر مع السماد العضوي في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة المدروسة وبالتالي خفّض من الكثافة الحقيقية للتربة مقارنة مع الترب الغير معاملة به، وهذا يتفق مع [41]

الكثافة الظاهرية للتربة: يلاحظ من خلال الجدول رقم (3) انخفاض قيمة الكثافة الظاهرية للتربة عند المعاملة CO+T حيث حققت أقل قيمة (1.11±0.02) غ/سم³مقارنة مع CO (1.13±0.02) غ/سم³و C (1.29±0.02) غ/سم³ولم يكن هناك فرق معنوي بين المعاملات CO+Tو CO ولكن يوجد فرق معنوي بينها وبين الشاهد C،يمكن أن يكون السبب هو وجود السماد العضوي بجانب ***T. harzianum***

حيث زاد محتوى التربة من المادة العضوية مما ساعد في زيادة فعالية الفطر في تحسين الخصائص الفيزيائية للتربة المدروسة وبالتالي خفّض من الكثافة الظاهرية للتربة مقارنة مع الترب الغير معاملة به، وهذا يتفق مع [41]

المسامية الكلية: كانت أعلى نسبة للمسامية الكلية في التربة المدروسة عند المعاملة T+ CO حيث بلغت (57.14±0.82) **%**، مقارنة معCO (56.37±0.64) **%** و C (50.38±0.80) **%** مع عدم وجود فرق معنوي بين المعاملتين T+ CO وCO، بينما لوحظ وجود فرق معنوي بينهما وبين الشاهد C كما هو موضح في الجدول رقم (3) ،يمكن أن يكون السبب هو إضافة ***T. harzianum*** حيث زادت من تحلل المادة العضوية والتي زادت بدورها من عدد المسامات الكلية في التربة المدروسة، وهذا يتوافق مع نتائج [6].

المسامية الهوائية: يلاحظ من الجدول رقم (3) بأن إضافة الكمبوست بالمشاركة مع المبيد الحيوي ***T. harzianum*** ، قد أثر بشكل إيجابي في المسامية الهوائية للتربة المدروسة وبشكل معنوي مقارنة مع الشاهد، حيث كانت أعلى نسبة للمسامية الهوائية في التربة المدروسة عند المعاملة T+ CO وبلغت (28.19±1.6) **%**، مقارنة مع معاملة الكمبوست CO حيث بلغت (27.47±1.94) **%** مع عدم وجود فرق معنوي بينهما، بينما لوحظ وجود فرق معنوي بينهم أي المعاملتين (T+ CO وCO) وبين معاملة الشاهد C حيث كانت أقل نسبة للمسامية الهوائية (23.48±1.02) **%** يمكن أن يكون السبب في زيادة تهوية التربة هو إضافة ***T. harzianum*** حيث زادت من تحلل المادة العضوية والتي أدت بدورها إلى زيادة من درجة التحبب مما ساعد في رفع نسبة المسامية الهوائية في التربة المدروسة، تتوافق هذه النتائج مع [6].

جدول رقم (4) تأثير معاملات التجربة في بعض الخصائص الفيزيومائية للتربة المدروسة

الرطوبة الهيجروسكوبية: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T زادت من قيمة الرطوبة الهيجروسكوبية في التربة المدروسة وحققت أعلى نسبة (6.57±0.13) % مقارنة مع CO (6.31±0.38) % و C (6.08±0.51) %، ولم يوجد فرق معنوي بين المعاملات، يمكن أن يعود السبب الى المحتوى المنخفض للتربة المدروسة من الطين وهذا يتوافق مع[6] .

نقطة الذبول الدائم حجماَ: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن أقل قيمة لنقطة الذبول الدائم في التربة المدروسة كانت في معاملة CO وبلغت (10.71±0.44) %، مقارنة مع CO +T وبلغت (10.94±0.39)% و C (11.74±1.04)% مع عدم وجود فرق معنوي بين المعاملات، ربما يعود السبب في ذلك الى انخفاض محتوى التربة

رمز المعاملة	الرطوبة الهيجروسكوبية%	نقطة الذبول الدائم حجماً%	السعة الحقلية حجماً%	الماء المتاح%	الماء سهل الاستفادة%
C	6.08±0.51 a	11.74±1.04 a	26.9±0.57 b	15.16±0.76 b	10.16±0.51 b
CO	6.31±0.38 a	10.71±0.44 a	28.18±0.97 ab	17.46±1.34 ab	11.7±0.90 ab
CO+T	6.57±0.13 a	10.94±0.39 a	29.67±1.47 a	18.73±1.82 a	12.55±1.22 a

المدروسة من الطين، وتختلف نقطة الذبول قيمتها ب اختلاف قوام التربة ومقدار ما تحتويه من الطين وهذا يتوافق مع[3 ،6].

السعة الحقلية حجماً: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T رفعت قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عند السعة الحقلية وحققت أعلى نسبة (29.67±1.47)%، مقارنة مع المعاملة CO وبلغت (28.18±0.97)%وC (26.9±0.57)% وكان هناك فرق معنوي بين CO+T و C وفرق معنوي متوسط بين CO+T و CO. و يمكن أن يكون السبب هو ان إضافة ال***T. harzianum*** إلى التربة يحسن من خواصها الفيزيائية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء بشكل عام، و وجود السماد العضوي يزيد من نشاط ال***T. harzianum*** المضافة وبالتالي زاد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء عند السعة الحقلية مقارنة مع الترب الغير معاملة به وهذا يتفق مع [33]

الماء المتاح: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T زادت من كمية الماء المتاح في التربة المدروسة وحققت أعلى نسبة (18.73±1.82)%، مقارنة مع CO وبلغت (17.46±1.34) % وC (15.16±0.76) % وكان هناك فرق معنوي بين CO+T و C وفرق معنوي متوسط بين CO+T و CO. و يمكن أن يكون السبب هو ان إضافة ال***T. harzianum*** إلى التربة يحسن من

خواصها الفيزيائية وقدرتها على الاحتفاظ بالماء بشكل عام، ووجود السماد العضوي يزيد من نشاط ال***T. harzianum*** المضافة وبالتالي زاد من قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بشكل متاح مقارنة مع الترب الغير معاملة به وهذا يتفق مع [33].

الماء سهل الاستفادة: نلاحظ من الجدول رقم (4) أن المعاملة CO+T زادت من كمية الماء سهل الاستفادة في التربة المدروسة وحققت أعلى نسبة (12.55±1.22) %، مقارنة مع CO وبلغت (11.7±0.90) % وC (10.16±0.51) % وكان هناك فرق معنوي بين CO+TوC وفرق معنوي متوسط بين CO+T وCO، ويمكن أن يكون السبب هو ان إضافة ال***T. harzianum***

إلى التربة بوجود السماد العضوي زاد من كمية الماء المتاح كما ذكر سابقاً وبالتالي زاد من كمية الماء سهل الاستفادة مقارنة مع الترب الغير معاملة به وهذا يتفق مع [33].

الجدول رقم (5) تأثير معاملات التجربة في بعض الخصائص الإنتاجية للنبات

المعاملة	وزن رطب للنبات بدون جذر غ/نبات	وزن جاف للنبات بدون جذر غ/نبات
C	58.85±17.68 c	8.25±1.86 b
CO	94.55±20.09 b	12.41±2.42 a
CO+T	124.11±2.22 a	13.05±2.99 a

الوزن الرطب لنبات الذرة بدون جذر: يتبين من الجدول رقم (5) أن الوزن الرطب لنبات الذرة بدون جذر قد زاد عند معاملة CO +T وبلغت أعلى وزن (124.11±2.22) غ/نبات ، مقارنة مع CO (94.55±20.09) غ/نبات وC (58.85±17.68) غ/نبات ، مع وجود فرق معنوي بين المعاملات ،وقد يكون السبب في هذه الزيادة الحاصلة في الوزن الرطب للمجموع الخضري إلى دور فطر ***T. harzianum*** في زيادة نشاط ونمو وتطور المجموع الجذري للنبات وهذا يزيد من قابلية النبات في امتصاص الماء والعناصر الغذائية فضلاً عن دور الفطر على تحفيز النمو من خلال زيادة التمثيل الغذائي للكربوهيدرات والتمثيل الضوئي، وتخليق الهرمونات النباتية، وبالتالي زيادة الكتلة الحيوية للمجموع الورقي والوزن الرطب للنبات وهذا يتفق مع [13].

الوزن الجاف لنبات الذرة بدون جذر: يتبين من الجدول رقم (5) أن الوزن الجاف لنبات الذرة بدون جذر حقق أعلى قيمة عند معاملة CO +T وبلغت (13.05±2.99)

غ/نبات ، مقارنة معCO (12.41±2.42) غ/نبات وC (8.25±1.86) غ/نبات ، مع وجود فرق معنوي بين CO +T و C وبين CO وC وعدم وجود فرق معنوي بين CO +T وCO .ويعزى ذلك الى دور الفطر ***T. harzianum*** على تحفيز النمو للنبات ، وبالتالي زيادة الكتلة الحيوية للمجموع الورقي و زيادة الوزن الجاف للنبات وهذا يتفق مع [13].

-الاستنتاجات

أدت الإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر الـ ***harzianum Trichoderma*** إلى زيادة في نسبة الحبيبات التي أقطارها أكبر من 0.05 مم في التربة دون وجود فرق معنوي مع معاملتي السماد العضوي والشاهد.

كما انخفضت قيمة الكثافة الظاهرية ونسبة التفكك وكان هناك فرق معنوي بينهما بالمقارنة مع الشاهد، وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة بين معاملات السماد العضوي والتسميد المشترك للكمبوست والتسميد الحيوي ***Trichoderma harzianum.***

وزادت المسامية الكلية والمسامية الهوائية وكان هناك فرق معنوي بالمقارنة مع الشاهد وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة مع معاملات السماد العضوي والسماد الحيوي***Trichoderma harzianum***. وارتفاع محتوى التربة من المادة العضوية مقارنة مع باقي المعاملات.

- لم يكن للإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر ***Trichoderma harzianum*** تأثير معنوي واضح على نسبة الرطوبة الهيجروسكوبية وقيمة نقطة الذبول الدائم حجماً بينما لوحظ زيادة في السعة الحقلية والماء سهل الاستفادة والماء

المتاح وكان هناك فرق معنوي بالمقارنة مع الشاهد وفرق معنوي متوسط مقارنة مع معاملات السماد العضوي

– زاد الوزن الرطب للنبات بدون جذر عند الإضافة المشتركة لكل من السماد العضوي وفطر ***Trichoderma harzianum*** وكان هناك فرق معنوي واضح بالمقارنة مع باقي المعاملات، أما بالنسبة ل الوزن الجاف للنبات بدون جذر كان للإضافة المشتركة تأثير معنوي واضح بالمقارنة مع الشاهد وعدم وجود فرق معنوي بالمقارنة مع معاملات السماد العضوي.

–المقترحات

1– التشجيع على التسميد الحيوي للتربة ب فطر ***Trichoderma harzianum*** والسماد العضوي واعتمادها بهدف تحسين بعض الخصائص الفيزيومائية للتربة.

2–التشجيع على القيام بأبحاث إضافية لتقييم دور لـ ***T. harzianum*** ومدى تأثيرها في الخصائص الأساسية لتربة مختلفة القوام وفي ظروف بيئية مختلفة.

المراجع العلمية:

1–البلخي، أكرم (2005): دراسة فاعيلة بعض المواد العضوية والطبيعية والمنتجة ومعقداتها وفعاليتها في تخصيب التربة وانتاجية المحاصيل. اطروحة دكتوراه، كلية الهندسة الزراعية، جامعة دمشق، ص132 .

2–البياتي، علي (2013): وراثة صفات الهجن الفردية في انظمة تزاوج مختلفة لسلالات نقية من الذرة الصفراء (*Zea mays L.*) . اطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، العراق.

3–الجردي، أحمد (1992): فيزياء الأراضي الجزء العملي، كلية الهندسة الزراعية، جامعة حلب،سورية.

4–حربا، نزار و السمارة ،موسى و معلا، نزار و اسعد، نادين (2013): تقييم بعض الصفات الإنتاجية و المورفولوجية لسلالات من الذرة الصفراء تحت ظروف العدوى الطبيعية بحفار ساق الذرة الكبير Sesamia cretica . مجلة جامعة تشرين، سلسلة العلوم البيولوجية، العدد (4):35

5 –حسين، احمد (1980): تأثير فضالات عضوية مختلفة على بعض خواص التربــة ونمو الحنطة. رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة بغداد، العراق.

6–الخوري، عصام (2006): أثر إضافة معدلات مختلفة من الأسمدة العضوية على درجة تحبب التربة وثبات البناء. مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية، المجلد (28)، رقم (5)، ص 143–145.

7– زهيرة، بوزيان (2014): مدى تأثير المقاومة البيولوجية على بعض أمراض أصناف الذرة Zea mays L. خلال المراحل الأولى من الإنبات. أطروحة دكتوراه، كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة قسنطينة، الجزائر.

8– عودة، محمود و شمشم، سمير (2007): خصوبة التربة وتغذية النبات، الجزء العملي ، مديرية الكتب والمطبوعات – جامعة البعث ،ص 290.

9–المواصفة القياسية السورية لإنتاج وتصنيع وتسويق الأغذية المنتجة عضوياً، رقم /3866/ عام (2017).

10–نزهت، نزار و المختار، منذر (1987): خصوبة التربة والأسمدة، وزارة التعليــم العالي والبحث العلمي، جامعة البصرة، العراق.

11-وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (2021): قسم الإحصاء، مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، دمشق، سورية.

Referece:

12- **Alexander, M. (1982):** Soil microbiology Introduction. 2ed.New, York.

13- **Altomare, C., Norvell, W. A., Bjorkham, I. and Harmall, G.E. (1999):** Solubilization of phosphate and Micrantrients by the plant growth promoting and bio control fungus Trichoderma harzianum Rifai 1295-22. Appl Environ Microbiol 65: 2926-2933.

14-**Blake, G.R. Hartge, K.H. (1986):** Bulk Dinsity.In: Methods of Soil Analysis. Part 1, Physical Mineralogical Methods,and ed, American Society of Agronomy,Ink and Soil Science Society of America, Madison,Wis,pp.363-376.

15- **Elliott, L.F., Lynch, J.M. and Papendick, R.I. (1996):** The microbial component of soil quality. In: Soil Biochemistry. New York, pp.1-21

16- **Enitan, F. A. and Oladej, O. S. (2016):** Spectrophotometric analysis of phosphate concentration in agricultural soil samples and water samples using molybdenum

blue method. Brazilian Journal of Biological Sciences, v. 3, no. 6, pp. 407-412

17- **FAO. (2004):** FAO Stat database results site Internet, http://fao.org

18 – **FAO. (2012):** http.www.fao.org/site/567/default.ancor.

19-**Gandahl, R. (1952):** Determination of grain size with HhydrometerY. Proceedings of the Geological Society, volume. 74, Issue 4.

20 - **Gupta, P. K. (2000):** Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis. Agrobios. India.

21-**Harman, G.E., Kubicek, C.P. (1998):** Trichoderma and Gliocladium. Taylor & Francis, London, pp 278.

22-**Harman, G.E. (2000):** Myths and dogmas of biocontrol change in perceptions Derived from research on Trichoderma harzinum. Plant Disease,84(4)377-393.

23- **Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. (2004):** Trichoderma species opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Review Microbiology 2, 43-56.

24-**Harman, G.E. (2006):** Overview of mechanisms and uses of Trichoderma spp. Phytopathology, 96: 190-194

25-**Hermosa, R., Viterbo, A., Chet, I., Monte, E. (2012):** Plant-benefcial efects of Trichoderma and of its genes. Microbiology ,158:17-25

26- **Katatny, M.H. (2010):** Enzyme production and nitrogen fixation by free, immobilized and coimmobilized inoculants of Trichoderma harzianum and Azospirillum brasilense and their possible role in growth promotion of tomato. Food Technol Biotechnol, 48:161-174.

27-**Krause, M.S., Madden, L.V., Hoitink, H.A.J. (2001):** Effect of potting mix microbial carrying capacity on biological control of Rhizoctonia damping-off of radish and Rhizoctonia crown and root rot of poinsettia. Phytopathology, 91: 1116-1123.

28- **Kubicek, P.C., Harman, E.G. (2002):** Trichoderma and Gliocladium. Basic biology, taxonomy and genetics, Volume. 1:8-9.

29- **Li, Y., Sun, R., Yu, J., Saravanakumar, K. and Chen, J. (2016):** Antagonistic and Biocontrol Potential of Trichoderma asperellum ZJSX5003 Against the Maize Stalk Rot Pathogen Fusarium graminearum. Indian Journal of Microbiology, volume 56: 318-327

30- **Lorito, M., Woo, S. L., Harman, G. E. , Monte, E. (2010):** Translational Research on Trichoderma: From Omics to the Field. Annu, Rev., Phytopathol, 48; 1–19.

31- **Mclaren, R.G., Cameron, K.C. (1990):** Soil Science – an introduction to the properties and management of New Zealand soils. Chapter 5. Oxford University.

32- **Okello, P. N., Petrovi, K., Kontz, B. and Mathew, F. M. (2019):** Eight Species of Fusarium Cause Root Rot of Corn (Zea mays) in South Dakota. Plant health progress. https://apsjournals.apsnet.org/doi/full/10.1094/PHP-11-18-0075-RS

33-**Okoth,S.A., Okoth, P., Muya, E. (2009):** Influence of soil chemical and physical properties on occurrence of trichoderma spp.in embu ,kenya. Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol. 11, No 2.

34- **Pankhurst, C.E., Hawke, B.G., Mcdonald, H.J., Kirkby, C.A., Buckerfield, J.C., Michelsen, P., Obrien, K.A., Gupta, V. S. and Doube, B.M. (1995):** Evaluation of soil biological properties as potential bioindicators of soil health. Australian Journal of Experimental Agriculture, 35: 1015-1028.

35- **Ramamoorthi, V. and Meena, S. (2018):** Quantification of Soil Organic Carbon – Comparison of Wet Oxidation and Dry Combustion Methods. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, Volume. 7, Number 10: 2319-7706.

36- **Ristanovic, D., Raemaekers, R.H. (2001):** Mains (Zea mays L.). In. Agriculture on Afrique Tropicale. Eds Greoking Graphics, Bruxelles, Belgique, pp.44-69.

37- **Smith, R. E. and Warrick, A. W. (2007):** Soil water relationships. Design and Operation of Farm Irrigation Systems, 2nd Edition.

38- **Wagner, K., Apostolakis, A., Daliakopoulos, I., Tsanis, I. (2016):** Can Tomato Inoculation with Trichoderma Compensate Yield and Soil Health Deficiency due to Soil Salinity? Proceedings of the Egu General Assembly Conference Abstracts, Vienna, Austria

https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2016EGUGA..18.1007W/abstract

39- **Xia, R., Cai, F., Pang, G., Shen, Q., Rong, L., Chen, W. (2015):** Solubilisation of Phosphate and Micronutrients by Trichoderma harzianum and Its Relationship with the

Promotion of Tomato Plant Growth. Plos one, 10 (6): e0130081.

40- **Yadav, R.L., Shukla, S.K., Suman, A., Singh, P.N. (2009):** Trichoderma inoculation and trash management effects on soil microbial biomass, soil respiration, nutrient uptake and yield of ratoon sugarcane under subtropical conditions. Biology and Fertility of soils, 45:461–468.

41- **Zhang, F., Huo, Y., Cobb, A. B., Luo, G., Zhou, J., Yang, G., Wilson, G.W. T. and Zhang, Y. (2018):** Trichoderma Biofertilizer Links to Altered Soil Chemistry, Altered Microbial Communities, and Improved Grassland Biomass. Microbiol, Terrestrial Microbiology Volume. 9:109