دور فطر *Trichoderma harzianum* في نشاط إنزيم Cellulase في التربة

بهاء عبد الجبار الحديثي سعود رشيد العاني منذر محمد علي المختار
كلية الزراعة – جامعة بغداد وزارة العلوم والتكنولوجيا

المستخلص

نفذت تجربة حقلية في تربة صحراوية رملية النسجة في محافظة النجف وفق تصميم الألواح المنشقة-المنشقة. استخدمت فيها ثلاثة مستويات من المادة العضوية 15 و30 و60 طن/هكتار وثلاثة مستويات من لقاح الفطر *Trichoderma harzianum.* (0 ، 1 و2 غم.م$^{-2}$) بواقع ثلاثة مكررات للمعاملة الواحدة لدراسة نشاط انزيم السيليليز الذي يفرزه الفطر المذكور انفا في التربة خلال المدة الزمنية (7 ، 35 ، 63 ، 91 ، 119 و147) يوما من زراعة شتلات الطماطم تحت الأنفاق البلاستيكية واتباع الري بالتنقيط باستخدام مياه الآبار المالحة.

أظهرت النتائج حصول زيادة معنوية في نشاط انزيم السيليليز بلغت 1.295 وحدة.مل$^{-1}$ في المعاملة 2غم.م$^{-2}$ من لقاح الفطر *Trichoderma harzianum* مقارنة بمعاملة عدم اضافة اللقاح الفطري والتي اعطت اقل نشاط انزيمي 1.102 وحدة. مل$^{-1}$ وظهر تأثير عالي المعنوية للمدة الزمنية في نشاط الانزيم بلغ 2.685 وحدة. مل$^{-1}$ بعد 91 يوماً من الزراعة فيما اعطى نشاطا بعد 7 أيام من إضافة اللقاح 0.162 وحدة. مل$^{-1}$ اي بزيادة مقدارها 16.6 ضعف. وكان للتداخل بين المادة العضوية ولقاح الفطر تأثير معنوي في نشاط انزيم السيليليز بلغ مقداره 1.544 وحدة. مل$^{-1}$ في معاملة 1 غم و30 طن.هكتار$^{-1}$ مادة عضوية في حين أعطت معاملة عدم اضافة اللقاح و 15 طن. هـ$^{-1}$ مادة عضوية اقل نشاط انزيمي بلغ 0.91 وحدة. مل$^{-1}$ بزيادة مقدارها 75%.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 36(1) : 35 – 42, 2005 Al-Hadithi *et. al.*

ROLE OF *TRICHODERMA HARZIANUM* FUNGUS ON CELLULASE ACTIVITY IN THE SOIL

B. A. A. Al-Hadithi College of Agric. Univ. of Baghdad
S. R. A. Al-Ani **M. M. A. Al-Muktar** Minstry of Sciences and Technology

ABSTRACT

A field experiment was conducted in a desert sandy soil in (Al-Najef province). The aim of this study was to evaluate enzyme activity of biopesticid *Trichoderma harzianum* fungus cellulase activity using split – split plot design. Three levels of organic matter (15 , 30 , 60 Ton. ha^{-1}) and three levels of *Trichoderma harzianum.* inoculum were used with three replications for each treatment. Cellulase activity determined after 7, 35, 63, 91, 119, 147 days from sowing of tomato seed. Salty water were used (Ec = 5.5 d.s.m^{-1}) for irrigation. Cellulase activities were 0.779 u.ml^{-1} and 0.546 u.ml^{-1} for 15 and 60 ton. ha^{-1} of organic matter addition, respectively. Addition of *Tricoderma harzianum.* 2g.m^{-2} gave significant increases whereas the activity was 0.574 u.ml^{-1} without *Trichoderma harzianum* fungus.

The results showed that addition of inoculum increased cellulase activity to 1.266 and 0.093 u.ml^{-1} after 91 and 7 days of *Trichoderma harzianum* addition respectively. The interaction between organic matter and *Trichoderma harzianum* concentration, the cellulase activity was 0.92 u.ml^{-1} with 30 ton. ha^{-1} and 2 g.m^{-2} concentration compare to 15 ton. ha^{-1} without *Trichoderma harzianum* which gave 0.360 u.ml^{-1} enzyme activity.

المقدمة

تعاني المناطق الجافة وشبه الجافة من قلة سقوط الامطار ومصادر مياه الري السطحية ، لاسيما عندما لاتتوافر الانهار والجداول عندها تقتصر عملية الري على مصادر المياه الجوفية التي تكون ذات مستوى ملوحة مرتفع احيانا"، وهذا ما تعاني منه المناطق الصحراوية كما هو الحال في محافظة النجف وكربلاء والبصرة والزبير التي تتصف تربتها بأنها ذات نسجة رملية او رملية مزيجة و ذات مسامية عالية التي تسبب انخفاضا" في قدرتها على مسك الماء والعناصر الغذائية فضلا" عن كون مساحتها السطحية منخفضة بسب انخفاض قيم السعة التبادلية الكاتيونية، لذا اضطر المزارعون الى استخدام نسب عالية من المادة العضوية ذات المصدر الحيواني لتحسين الخصائص الكيميائية والفيزيائية والخصوبية لهذه الترب. إن وجود بعض المسببات المرضية للنباتات في المواد العضوية يدفع المزارعون الى استخدام المبيدات الكيميائية وبشكل واسع، ينجم عن ذلك تلوث في البيئة والمياه الجوفية معا" فضلا عن ارتفاع كلفها، دفع الباحثون الى ايجاد وسائل بديلة لمكافحة الافات الزراعية اقل خطرا" على الحياة والبيئة ، ومن هذه الوسائل استخدام المكافحة الحيوية كالطفيليات والمفترسات أو ايضهما الحيوي في مكافحة المسببات المرضية بهدف تقليل سكان الآفة إلى المستوى غير الضار اقتصاديا" وفي نفس الوقت المحافظة على بيئة خالية من مخاطر التلوث.

*تاريخ استلام البحث 2004/5/10 ، تاريخ قبول البحث 2004/10/24
(*)البحث جزء من أطروحة دكتوراه للباحث الأول.

(*)Part of Ph. D. dissertation for the first author.

يستخدم الفطر *Trichoderma harzianum* في الوقت الحاضر في مكافحة عدد من المسببات المرضية الفطرية والنيماتودا في التربة ومنها *Alternaria pythium* ، *Fusarium oxysporium* و *Rhizoctania solani* والنيماتودا من خلال مهاجمتها والتطفل عليها بواسطة الالتفاف حول خيوطها الفطرية او اختراقها وافراز الانزيمات عليها وقتلها ومن ثم التغذي عليها ، منها انزيم السيليليز اذ يقوم بتحليل المركبات السيليلوزية وشبه السيليلوزية الى مواد ابسط تركيبا" ثم يتغذى عليها بعد تحويلها الى سكريات بسيطة(11، 14).

يتكون انزيم السيليليز من ثلاثة انزيمات اساسية :

1- C1 – end – 1,4 â – D-glucanase
2- Cx – exo – 1, 4 â – D-glucanase
3- Cellobiase-â– D-glucanase

(1 و4 و8)

تهدف الدراسة إلى تقييم نشاط الفطر *Trichoderma harzianum* في تربة ذات نسجة رملية وباستخدام مستويات عالية من المادة العضوية والري بمياه مرتفعة الملوحة و إمكانية إفرازه لأنزيمات السيليليز في التربة تحت ظروف الزراعة المحمية.

المواد وطرائق العمل

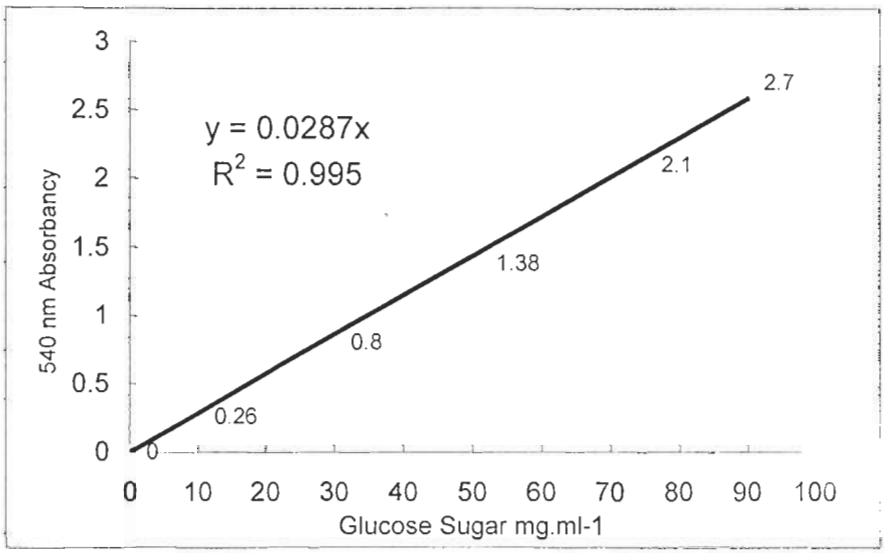
نفذت تجربة حقلية في جزيرة النجف ذات التربة الرملية تضمنت ثلاث مستويات من المادة العضوية (فضلات الابقار) (15 ، 30 و 60) طن. هـ$^{-1}$ M3,M2,M1 وثلاثة مستويات من لقاح الفطر *Trichoderma harzianum* (0 ، 1 ، 2) غم. م$^{-2}$ M3,M2,M1 وفق تصميم الالواح المنشقة – المنشقة وبثلاث مكررات. أستخدم لقاح الفطر محملا على مادة عضوية مكون من ابواغ (كونيديا ، كلاميدوسبور) يحوي الغرام الواحد على 10^9 وحدة تكاثرية (cfu) واضيف نثرا فوق المادة العضوية التي وضعت في خنادق بابعاد (0.15 × 0.4 × 25) م ثم غطيت بالتربة بسمك 10 سم واصبحت بشكل مساطب وضعت عليها انابيب الري بالتنقيط وزرعت شتلات الطماطة صنف Supper marimands قرب المنقطات وغطيت بالبلاستك (في انفاق). استخدمت مياه الآبار المالحة المصدر الوحيد لمياه الري. جدول1 يبين بعض خصائص التربة ومياه الري الكيميائية والفيزيائية والحيوية.

جدول 1. بعض خصائص التربة ومياه الري الكيميائية والفيزيائية والحيوية

الموقع	درجة تفاعل التربة pH	التوصيل الكهربائي (ديسي سيمنز.م$^{-1}$)	الأيونات الذائبة Cmole.Kg^{-1}						
			Na	K	Ca	Mg	Cl	HCO_3	SO_4
النجف	7.5	5.8	2.03	0.57	0.62	0.646	2	1.5	0.16
ماء البئر	7.56	5.56	360	34	400	110	28	33	
رمل g.Kg^{-1}	820								
غرين g.Kg^{-1}	70								
طين g.Kg^{-1}	110								
النسجة	**LS**								
المادة العضوية g.Kg^{-1}	6.6	120	129						

الكثافة السكانية للفطر cfu	
تربة النجف	Nil
المادة العضوية	$1X10^3$

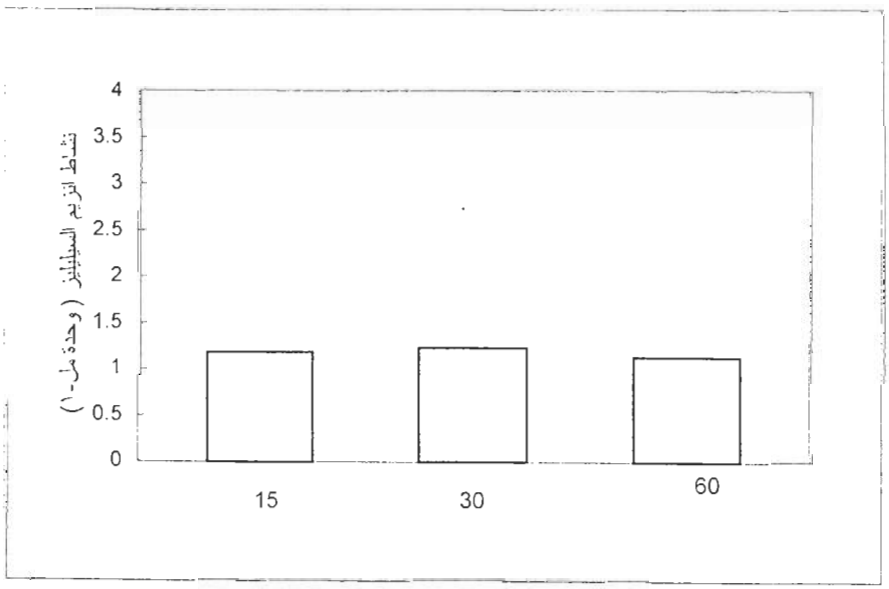
تم قياس نشاط إنزيم السيليليز الذي يفرزه الفطر *Trichoderma harzianum* إثناء تطفله على الفطريات والأحياء الأخرى في التربة خلال نمو نبات الطماطة ولمدد زمنية مختلفة وذلك بعد 7 أيام من الزراعة ثم بعد 28 يوما بين مدة واخرى. تم الكشف عن نشاط إنزيم السيليليز في التربة وفق الطريقة الواردة من قبل Bruns (3) وقدرت السكريات المختزلة حسب الطريقة الموصوفة من قبل Miller (7) باستعمال محلول DNS (Dinitro sallicylic acid) وتم حساب امتصاص الطيف لكل عينة في جهاز المطياف الضوئي Spectrophotometer والشكل (1) يعبر عن المنحنى القياسي لسكر الكلوكوز ومنه تم حساب الوحدة الانزيمية لانزيم السيليليز والتي تعرف بأنها (كمية الانزيم اللازمة لتحرير 1 مايكرومول من السكريات المختزلة في الدقيقة الواحدة في 1 مل من الراشح).



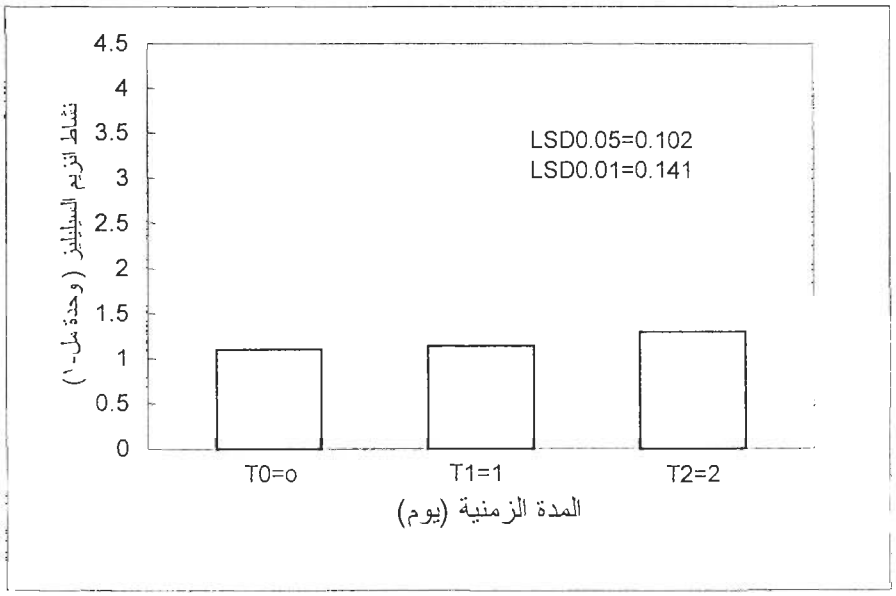
شكل 1. المنحنى القياسي لسكر الكلكوز

النتائج والمناقشة

تشير النتائج في الشكل (2) عدم وجود فروق معنوية بين مستويات المادة العضوية (15 ، 30 ، 60) طن. هـ$^{-1}$ في نشاط انزيم السيليليز الا انه يوجد نشاط لانزيم السيليليز عند المستوى 30 طن.هـ$^{-1}$ بلغت اعلى قيمة 1.227 وحدة.مل$^{-1}$ مقارنة بالمعاملات الأخرى. وهذا يتفق مع نتائج Schinner و Vonmersi (9) الذي أشارت إلى زيادة نشاط انزيم السيليليز في الترب التي ترتفع فيها نسبة المواد العضوية فيما أعطت مستويات لقاح الفطر *Trichoderma harzianum* 0 ، 1 ، 2 غم.م$^{-2}$ فروق معنوية في نشاط الانزيم بلغت اعلى قيمة لنشاط انزيم السيليليز 1.295 وحدة.مل$^{-1}$ في المعاملة 2غم.م$^{-2}$ فيما اعطت معاملة المقارنة (بدون اضافة لقاح) اقل معدل بلغت قيمته 1.102 وحدة.مل$^{-1}$ شكل(3) وقد يعزى هذا الى ان الفطر *Trichoderma harzianum* من الفطريات الناقصة التي تستوطن التربة والمخلفات العضوية بسرعة قبل غيرها من الاحياء الاخرى الرمية من خلال افرازها لانزيمات السيليليز الداخلية endoenzyme والخارجية exoenzyme على هذه المواد وتحويلها الى سكريات بسيطة ودكسترينات اذ ان هذا الانزيم من انزيمات التحلل المائي التي تحول المواد السكرية الى مواد ذائبة في الماء ثم استهلاكها. وقد ذكر هذا كل من Bruns (3) و Spalding (12 و13).

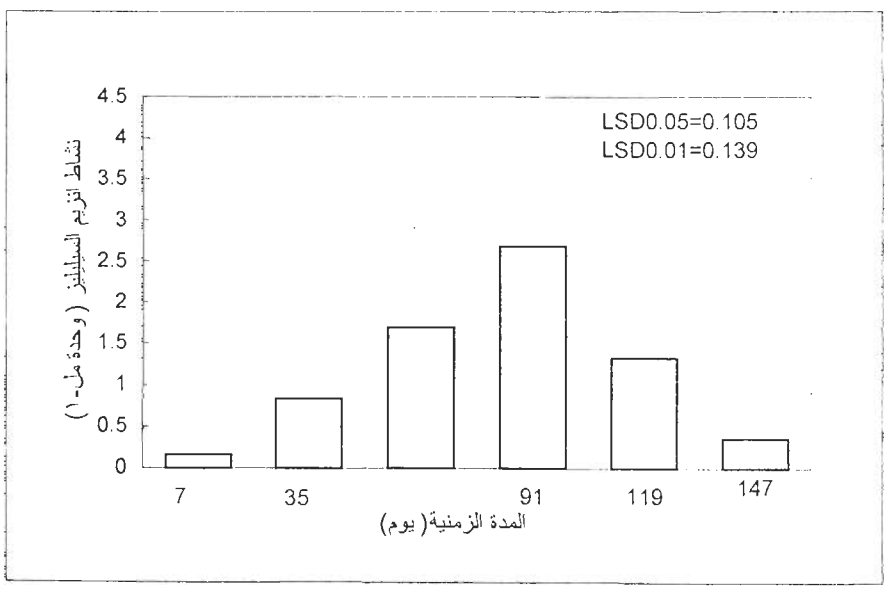


شكل 2. تأثير مستويات المادة العضوية في نشاط إنزيم السليليليز

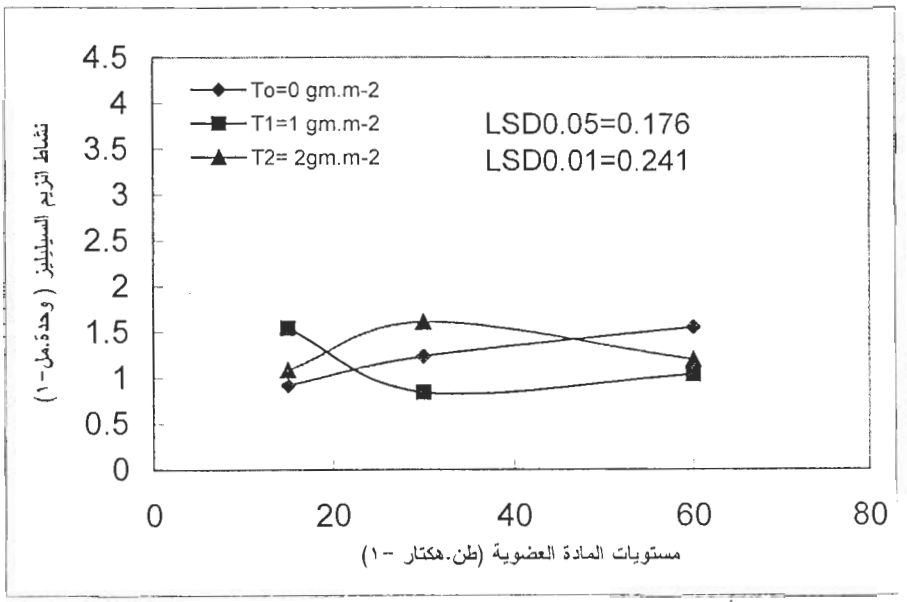


شكل 3 تأثير مستويات لقاح الفطر *Trichoderma harzianum* نشاط إنزيم السيليليز

أظهرت نتائج الشكل (4) ان للمدة الزمنية تأثيرا عالي المعنوية في نشاط انزيم السيليليز اذ بلغ اعلى معدل(2.685 وحدة. مل$^{-1}$) بعد 91 يوماً من اضافة اللقاح الى التربة فيما بلغ اقل معدل(0.162 وحدة. مل$^{-1}$)بعد سبعة ايام من اضافة اللقاح بزيادة مقدارها 16.6 ضعف بين اقل واعلى معدل. وربما يعزى ارتفاع هذا النشاط الانزيمي الى زيادة الكثافة السكانية للفطر المضاف بمرور الزمن وفق منحنى النمو اذ ان انزيم السيليليز من الانزيمات المستحثة ولا يفرزه الفطر الا عند توافر المواد السيليلوزية او المركبات الكاربوهيدراتية المشابه له في التركيب مثل (Xylane, Lactose)(15) وبما ان السيليلوز والكايتين من مكونات خيوط وغزل الفطريات الأخرى لذا بدأ استخدامه في مجال المكافحة الإحيائية كونه يهاجم الفطريات المجاورة له ويلتف حول خيوطها بشكل ملف ويبدأ بإفراز إنزيماته التي تحلل خلايا جدرانها ثم يتغذى عليها اذ يستخدمها كمادة خاضعة لنموه وبناء خلاياه لذا استخدم عاملاً للمكافحة الاحيائية لنشاطه الانزيمي الفعال في القضاء على عدد كبير من المسببات المرضية للنباتات وهذا ما توصل إليه Schinner و Vonmersi (9) ايضاً.

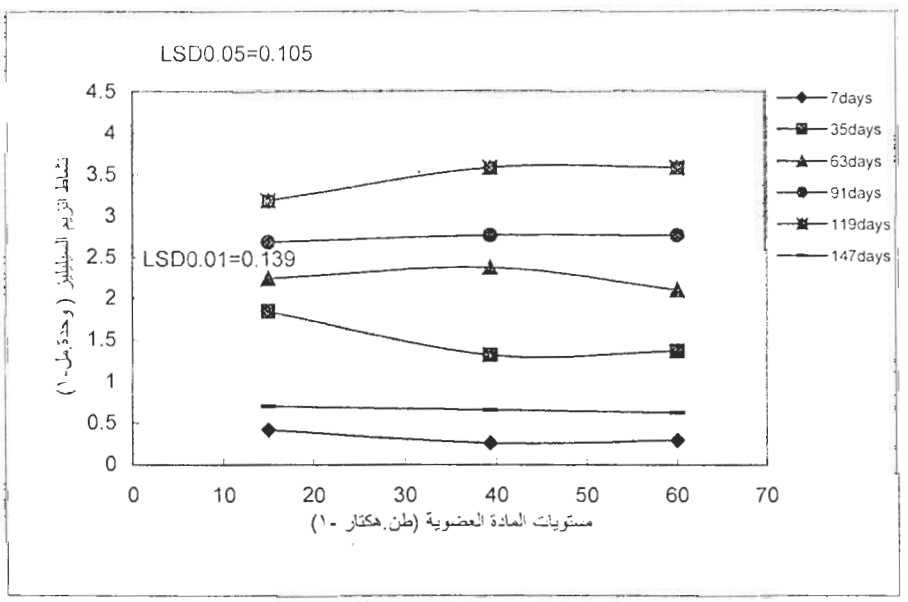


شكل 4. تأثير المدة الزمنية في نشاط إنزيم السيليليز



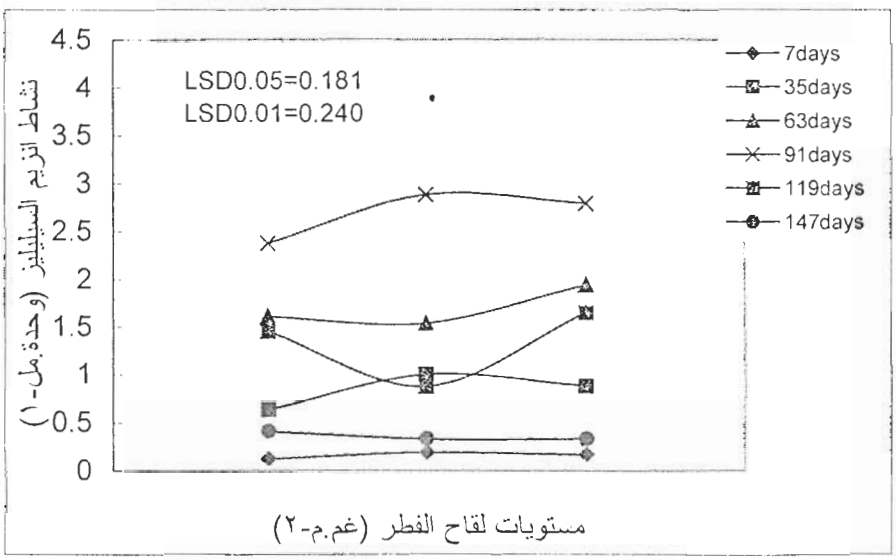
شكل 5. تأثير التداخل بين مستويات المادة العضوية ومستويات لقاح الفطر *Trichoderma harzianum* في نشاط إنزيم السيليليز

بينت النتائج في الشكل (5) وجود فروق عالية المعنوية لتأثير التداخل بين مستويات المادة العضوية ومستويات لقاح الفطر *Trichoderma harzianum* في نشاط انزيم السيليليز اذ اعطت معاملة عدم إضافة اللقاح الفطري ومستوى 15طن.هـ$^{-1}$ مادة عضوية اقل معدل لنشاط الانزيم بلغ (0.918 وحدة.مل$^{-1}$) في حين اعطت المعاملة 1غم.م$^{-2}$ من مستوى الفطر و15 طن.هـ$^{-1}$ مادة عضوية اعلى معدل لنشاط الانزيم بلغت قيمته (1.544وحدة.مل$^{-1}$) بزيادة مقدارها 68%. وقد يعزى السبب الى استخدام التركيز العالي من اللقاح ادى الى ازدياد الكثافة السكانية للفطر بتوافر المادة العضوية بمستوى متوسط اعطى دوراً ايجابياً في زيادة نشاط الفطر لاحتواء المواد العضوية على مصادر كاربونية وكاربوهيدرات وبروتينات واحماض نووية ودهون وشموع وهذا يؤدي الى تنافس الاحياء الدقيقة على الغذاء والمكان مما يتطلب افراز انزيمات بمستوى عال بهدف تحليل هذه المواد العضوية ، ويعتبر الفطر *Trichoderma harzianum.* من انشط الفطريات في افرازه للانزيمات وتكاثره السريع حتى على المواد الغذائية البسيطة فكان نشاط هذا الانزيم فعال في المحافظة على النبات من الاصابات المرضية وهذا ما اشار اليه Benofield (2).



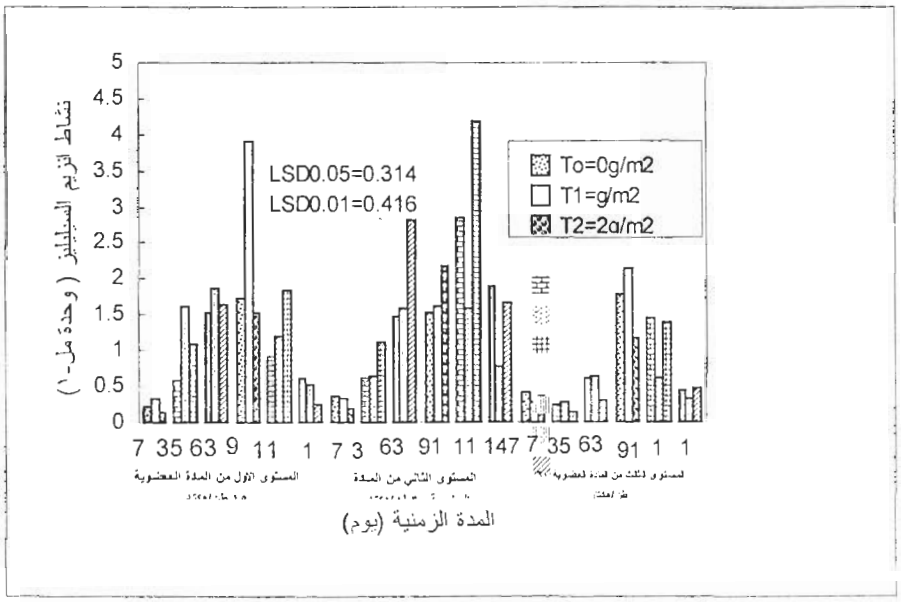
شكل 6. تأثير مستويات المادة العضوية والمدة الزمنية (يوم) في نشاط انزيم السيليليز

أوضحت نتائج الشكل (6) وجود تأثير عالي المعنوية عند المستوى 0.01 للتداخل بين مستويات المادة العضوية والمدة الزمنية في نشاط انزيم السيليليز اذ اعطت المعاملة 30 طن. هـ$^{-1}$ مادة عضوية اقل قيمة لنشاط الانزيم اذ بلغت(0.155 وحدة.مل$^{-1}$) بعد سبعة ايام من اضافة اللقاح فيما اعطت نفس المعاملة مادة عضوية اعلى نشاط بعد 91 يوماً من اضافة اللقاح بلغت 2.849 وحدو. مل$^{-1}$ بزيادة مقدارها 18.2 ضعف ولكن بعدها بدأ نشاط الإنزيم ينخفض ببطيء وقد يعزى هذا الى ان زيادة مستوى المادة العضوية بسبب زيادة في الكثافة السكانية ليس للفطر *Trichoderma harzianum* وحده وانما لبقية الأحياء الأخرى. كما ان الفطر *Trichoderma harzianum* عند وجوده في التربة يثبط نشاط انزيم السيليليز للأحياء الأخرى لاسيما تلك التي يتغذى عليها الفطر نفسه (المضيفة له) فضلاً عن السيليليز الموجود في جزء من المادة العضوية اما انخفاض نشاط الانزيم بعد 91 يوما فربما يعزى الى تراكم الاملاح في حدود المنطقة الجذرية في نهاية الموسم الذي بلغ 19.26 ديسيم$^{-2}$ وهذه الحالة سائدة عند اتباع الري بالتنقيط واكد هذا Singh و Singh (10).



شكل 7. تأثير التداخل بين لقاح الفطر *Trichoderma harzianum* والمدة الزمنية في نشاط انزيم السيليليز

تشير نتائج الشكل (7) الى وجود تأثير معنوي عند المستوى 0.01 للتداخل بين مستوى الفطر والمدة الزمنية في نشاط انزيم السيليليز بلغ اعلى معدل(2.886 وحدة. مل$^{-1}$) بعد 91 يوما من اضافة اللقاح في المستوى 1 غم. م$^{-2}$ من لقاح الفطر *Trichoderma harzianum*. فيما بلغ اقل معدل لنشاط الانزيم 0.195 وحدة. مل$^{-1}$ بعد 7 أيام في المعاملة نفسها بزيادة مقدارها 14.8 ضعف. اما معاملة عدم اضافة اللقاح فقد بلغ نشاط الانزيم فيها 0.123 وحدة. مل$^{-1}$ بعد 7 ايام من الزراعة فيما اعطت المعاملة نفسها نشاطا" انزيميا" مقداره(2.37 وحدة. مل$^{-1}$) بعد 91 يوما من اضافة اللقاح . وقد تعزى هذه الزيادة في نشاط الانزيم الى افراز كميات كبيرة من انزيمات السيليليز من قبل الفطر *T. harzianum* الذي يتصف بقابليته العالية في افراز هذا الانزيم والذي يؤدي دورا في تثبيط نمو مسببات الامراض التي يمكن ان تحملها المادة العضوية فضلا عن حاجته الى مصدر طاقة وغذاء والذي يدفعه الى افراز هذا الانزيمات لتحلل المواد العضوية (5) وبعد 91 يوما يبدأ بانخفاض نشاط الانزيم اذ ان تحلل المواد العضوية بمقدار كبير يؤدي الى اطلاق كميات كبيرة من CO_2 و NH_3 خصوصا" في الترب القاعدية الحاوية على نسبة عالية من البيكاربونات (HCO_3) وهذا يؤثر في الكثافة السكانية للفطر كما ان الترب ذات النسجة الرملية بحاجة الى نسب عالية من مياه الري وان مياه مصدرها الآبار التي ترتفع فيها نسبة الأملاح وذات نوعية رديئة ويتم الري بمعدل يومي مستمر للحفاظ على مستوى رطوبي جاهز للنبات وهذا يؤدي الى غسل المواد والأسمدة من التربة ومنها الأنزيمات والعناصر الغذائية (6).



شكل 8. تأثير التداخل بينْ مستويات المادة العضوية ومستويات لقاح *Tricoderma harzianum* والمدة الزمنية في نشاط انزيم السيليليز

أظهرت نتائج الشكل (8) وجود فروق عالية المعنوية على مستوى 0.01 لتأثير التداخل بين اضافة مستويات المادة العضوية ومستويات الفطر والمدة الزمنية في نشاط انزيم السيليليز خلال موسم النمو بلغت اعلى قيمة لنشاط الانزيم 4.166 وحدة. مل$^{-1}$ في المعاملة 30 طن. هـ$^{-1}$ للمادة العضوية والمستوى 2 غم. م$^{-2}$ للفطر بعد 91 يوما من اضافة اللقاح الفطري *Trichoderma harzianum*. فيما اعطت المعاملة 60 طن. هـ$^{-1}$ مادة عضوية والمستوى 2 غم. م$^{-2}$ بعد 7 ايام من اضافة اللقاح اقل معدل 0.09 وحدة. مل$^{-1}$ وهذا يؤكد ضرورة استخدام مستوى جيد من اللقاح الفطري المضاف الى التربة وعدم التفريط في زيادة مستوى المادة العضوية المضافة للتربة ، اذ يلاحظ من الشكل ان النشاط الانزيمي لم يتأثر كثيراً بزيادة مستوى المادة العضوية لغاية 60 طن.هـ$^{-1}$ للمعاملة بعد 91 يوماً من الاضافة والتركيز 2 غم.م$^{-2}$ من اللقاح اذ بلغت قيمة النشاط 2.697 وحدة.مل$^{-1}$. كما يلاحظ من النتائج عدم وجود فروق معنوية عند المستوى 0.01 بين معاملة المستوى الثاني للمادة العضوية 30 طن. هـ$^{-1}$ والمستوى 2 غم. م$^{-2}$ من اللقاح بعد 91 يوماً من الاضافة والمعاملة 15 طن. هـ$^{-1}$ للمادة العضوية والمستوى 1 غم. م$^{-2}$ من اللقاح وللمدة نفسها اذ بلغ النشاط الانزيمي فيها 3.827 وحدة. مل$^{-1}$ وهذا يؤكد ضرورة عدم الافراط في استخدام نسبة عالية من المادة العضوية كما يمكن تخفيض تركيز الفطر المستخدم في المعاملات اعلاه اذ ان قدرة الفطر *Trichoderma harzianum* في تحليل السيليلوز استخدمت كمقياس لتقييم تحلل السيليلوز والمقارنة بين الاحياء المجهرية في قدرتها في تحلل السيليلوز (1).

المصادر

1-Alexander, M. 1982. Soil Microbiology Interaction. 2ed. New York of U.S.A. Allison, F. E. 1973. Soil organic matter and its role in crop production. Elsevier Scientific Publishing Co. P. 346-354.

2-Benefild, C. B. 1971. A rapid method for measuring cellulose activity in soil. Soil Biology and Biochemistry 3:325-329.

3-Bruns, R. G. 1978. Soil Enzymes. Academic Press. London.

4-Eriksson, K. E. 1978. Enzyme mechanisms involved in cellular hydrolysis by the rot fungus, *Sporot Richum Pulverulentum*. Biotechnology and Bioengineering 20 : 317-332

5-Harman, G. E., I. Chet and R. Baker. 1981. Factors affecting Trichoderma hamatum applied to seeds as a Biocontrol agent. Phytopathology 71:569-572.

6-Jury, W. A. and K. D. Earl. 1977. Water movement in bar and cropped soil under isolated tricle emitters. Soil. Sci. Amer. J. 41:313-325.

7-Miller, G. L. 1959. Use of the dinitrosalycylic acid reagent for the determination of reducing sugar . Analyt. Chem. 31:426-428.

8-Reese, E. T. 1997. The structure, biosynthesis and degradation of wood. In Recent advances in phytochemistry 2:311-367.

9-Schinner, F. and W. Vonmersi. 1990. Xylanase, C. M. Cellulose and invertase activity in soil. Soil Bio Chim. 22 : 4 : 511-515.

10-Singh, S. D. and P. Singh. 1978. Value of drip irrigation compared with conventional irrigation. Agronomy I, 76 : 944.

11-Sivan, A. and I. Chet. 1989. The possible role of competition between *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* on rhizosphere colonization. Phytopathol. 79 : 198-203.

12-Spalding, B. P. 1977. Enzymatic activities related to the decomposition of coniferous leaf litter soil. Soil Science Society of American J. 41: 622-627.

13-Spalding, B. P. 1978. The effect of biocidal treatments on respiration and enzymatic activities of Douglas–firneedle letter. Soil Biology and Biochemistry. 10 : 537-543.

14-Stephan, Z. A., I. K. Hassoon and B. G. Antoon. 1998. Field application of Biocontrol agent fungi, rug by and Mocapon rootknot nematode. Nematology. 16 (2).

15-Tan, T. K., H. H. Yeoh and K. Paul. 1986. Cellulolytic activities of Trichoderma hamatum grown and different carbon substrates. Mircen J. 2 : 467-472.