دراسة نشاط انزيم اليوريز في تربة كلسية من شمالي العراق بإختلاف فصول السنة والاستغلال الزراعي

توفيق بشير السلمان [1]

- **[1] جامعة الموصل – كلية الزراعة والغابات**
- تاريخ تسلم البحث 2016/9/1 وقبوله 2017/1/8

الخلاصة

أجريت دراسة لتقدير نشاط انزيم اليوريز في حقول منطقة الرشيدية من مدينة الموصل شمالي العراق والمصنفة ضمن مجموعة الترب العظمى Calciorthirds والمتميزة بتنوع الاستغلال الزراعي لها ولاجل هذه الدراسة فقد تم اختيار ترب من حقول متروكة بورا وحقول مزروعة بمحصول الحنطة والخضراوات وحقول أشجار فواكه متنوعة. وقد تم اخذ عينات الترب خلال الفصول الأربعة لسنة (2012) ولعمق 0 الى 15 سم، بحيث بلغت معدلات درجات الحرارة (5°، 25°، 35°، 45°) لفصول الشتاء والربيع والصيف والخريف على الترتيب. عوملت عينات التربة بـ 1سم^3 (0.2 مول) يوريا كمادة خاضعة Substrate لانزيم اليوريز وحضنت لمدة ساعتين ثم قدر فيها كمية الامونيا المتكونة فيها. اشارت النتائج الى وجود فروقات معنوية في نشاط الانزيم بإختلاف كل من نوع الاستغلال الزراعي ودرجة حرارة الفصول. اذ بلغ اعلى نشاط للامزيم خلال فصل الصيف (70.56 مايكروغرام.غم$^{-1}$ تربة) لتربة حقل الحنطة وادنى نشاط انزيمي سجل (22.39 مايكروغرام. غم$^{-1}$ تربة) في تربة حقول الخضراوات شتاءأ اما المعدل العام لنشاط الانزيم خلال فصول السنة الأربعة حسب الاستغلال الزراعي فكان (57.55 و 50.22 و 47.30 و 40.70 مايكروغرام.غم$^{-1}$ تربة) لحقول الحنطة، أشجار الفاكهة المثمرة، حقول الخضراوات والحقول المتروكة بورا على الترتيب. كما اشارت النتائج الى وجود تأثير معنوي لدرجات حرارة الفصول على نشاط الانزيم وذلك من خلال قيم معامل التحديد R_2 وكالاتي (0.84، 0.84، 0.88، 0.99) لحقول أشجار الفاكهة المثمرة والحقول المتروكة بورا والحنطة وحقول الخضراوات على الترتيب .

الكلمات المفتاحية : إنزيم اليوريز، فصول السنة، الاستغلال الزراعي

The Study of urease enzyme activity in Cal careous Soils from northern Iraq according to the Season and Agricultural

AL-Salman T.B [1]

- **[1] University of Mosul - College of Agriculture**
- Date of research received 1/9/2016 and accepted 8/1/2017

Abstract

Study was carried out to determine the activity of urease enzyme at field located in Rashidia region near Mosul city northern of Iraq. The soil was classified according to great soil groups as calciorthids، which characterized in producing different crops. Soils was taken from cultivated area by (wheat, vegetables crops and fruit trees) and un-cultivated area. Soil samples were taken during the four seasons on 2012 at adepth 0-15cm and the average temperatures during seasons were 5,25,45 and 35 for winter، spring, summer and fall season respectively, soil samples were treated by 1 ml (0.2 m) urea as substrate material for urease enzyme and incubated for 2hrs, then the ammonia was measured. Results were showed that there was a significant difference in enzyme activity among each type of cultivation, and temperature of season.

Key words: urease enzyme، the Season، Agricultural.

المقدمة

تعرف التربة بأنها نظام بيئي متكامل تتم فيها الكثير من التفاعلات البايوكيميائية والفيزيوكيميائية المختلفة بواسطة الاحياء المجهرية وجذور النباتات وانزيمات التربة دور أساسي في انجاز هذه التفاعلات. إن هذه الانزيمات هي عبارة عن بروتينات لها صفة العوامل المساعدة اذ تمتلك قابلية تنشيط متخصصة1994)،(Tabatabai وإن معظم انزيمات التربة هي انزيمات خارجية تفرز الى محلول التربة او تنطلق في اثناء تحلل الخلايا الميتة بالتربة 2005)،(Allison وقد تمتز هذه الانزيمات على اسطح الطين او تكون معقدات مع المادة العضوية وان طبيعة هذا الارتباط يؤثر على نشاطها (Baba واخرون،2010) (Naidja،Huang،Bolly،2000) إن عمليات تحليل المركبات العضوية وتحولات العناصر الغذائية وجاهزيتها او عدم جاهزيتها مرتبطة بالنشاط الانزيمي الموجود (Sinsabaugh واخرون، 1991) ويعتبر انزيم اليوريز من

الانزيمات التي لها دورا رئيسيا في تحلل مركبات اليوريا والمادة العضوية والمخلفات العضوية المضافة للتربة الى غاز الامونيا وثاني أوكسيد الكاربون نتيجة الاستخدام الزراعي وبالتالي بروز دور انزيم اليوريز في معدنة النيتروجين العضوي وتحوله الى صورته اللاعضوية (James،2010) ويعد انزيم اليوريز من الانزيمات الدائمة الوجود وقد يستحدث في أنواع من الاحياء بوجود اليوريا Krajewska)،2009) وقد وجد (Klose و Tabatabai ، 2000) ان حوالي 46% من النشاط الكلي لانزيم يأتي من الكتلة الحيوية الميكروبية وأشار (Noorbakhash واخرون ،2001) أن زيادة التسميد النيتروجيني بشكل امونيوم يؤدي الى تثبيط عملية تكوين الانزيم لذلك يختلف نشاطه بإختلاف التربة واستخدامها الزراعي. تختلف خصائص هذا الانزيم حسب المصدر المنتج له (Klose،Tabatabai،2000)

تعد مشكلة إنزيم اليوريز من المشاكل الهامة في الترب الكلسية لما له من دور كبير في تدهور الاكسدة النتروجينية لليوريا والاكسدة العضوية اذ يؤدي نشاطه الى تحلل اليوريا وتطاير النتروجين (الحمداني واخرون ،2009). وان نشاط هذا الانزيم يزداد مع زيادة المحتوى المايكروبي الذي يتسبب في تحلل المادة العضوية وتحليل اليوريا (El-shara،2008) (Kizilkaya،Ekbsertli،2001) كما تتحكم درجات الحرارة في نشاط انزيم اليوريز وان التفاعلات الانزيمية تتأثر بالتغيرات الحرارية مقارنة مع التفاعلات غير الانزيمية وان التفاعلات تزداد تتأثر بالتغيرات الحرارية مقارنة مع التفاعلات غير الانزيمية وان التفاعلات تزداد تقريبا الضعف بزيادة درجة الحرارة 10°. فقد وجد Al-ansari)،2000) بأنه معدل Q10 لانزيم اليوريز كانت 1.26 و1.73 و 1.35 مايكروغرام NH_4 غم$^{-1}$ تربة.2 ساعة$^{-1}$ لترب الاهوار وابي الخصيب والزبير حسب الترتيب. لقد وجد (Yang واخرون 2007) ان لدرجات الحرارة المنخفضة تأثير تثبيطي على نشاط انزيم اليوريز عند انخفاض معدل المادة العضوية كما أشار(Zfxu واخرون 2010) ان درجة الحرارة كان لها تاثير على نشاط انزيم اليوريز في ترب الغابات

تهدف الدراسة الى التعرف على تأثير درجة حرارة فصول السنة السائدة في مدينة الموصل لما لها دور فعال في نشاط انزيم اليوريز الذي يؤثر سلبا على كفاءة التسميد النيتروجيني في الترب الكلسية ذات المناخ الجاف كما هو الحال في العراق

المواد وطرائق البحث

تم اختيار أربعة حقول زراعية لاخذ نماذج التربة منها من منطقة الرشيدية في مدينة الموصل مختلفة في استخدامها الزراعي لدراسة نشاط انزيم اليوريز وخلال فصول السنة الأربعة وتضمنت هذه الحقول

- حقل مزروع بالخضراوات
- حقل مزروع بالحنطة
- حقل مزروع بأشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق
- حقل متروك بدون زراعة (بور)

لدراسة فعالية إنزيم اليوريز تم اخذ عينات ممثلة خلال فصول السنة (الشتاء والربيع والصيف والخريف) وبعمق 0-15 سم (المنطقة الجذرية الفعالة) اذ جمعت العينات أعلاه (الشتاء شهر كانون الأول والربيع شهر اذار والصيف شهر تموز والخريف شهر تشرين الأول) وبعد جلب العينات تم تقدير محتواها الرطوبي وجففت ثم طحنت ونخلت بمنخل ذو فتحات 2 ملم لغرض التحاليل الكيميائية والفيزيائية المبينة في الجدول (1) حسب الطرائق الواردة من قبل (Carter وGregorich,2008)تم قياس نشاط انزيم اليوريز حسب طريقة (Tabatabi،Bremner،1972) وذلك بتحضين 5غم من التربة مع التلوين حجم 0.2 مل مع 9 سم^{3}من المحلول المنظم (THAM Tris Hydroxyl methyl amino methane) (ذو PH 9 و 1سم^{3}من محلول 0.2 مولر يوريا كمادة خاضعة (Substrate) على درجة حرارة 37° لمدة ساعتين بعدها اضيف محلول KCL 2.5 مولر الحاوي على Ag_2SO_4 (100 ملغم.لتر$^{-1}$) كمثبط للاحياء المجهرية لمنعها من الاستمرار لافراز الانزيم. قدر ايون الامونيوم الناتج من نشاط انزيم اليوريز بإستخدام التقطير بالبخار وحسب ما ورد في (Bremner،Edwards،1965) بإستخدام اوكسيد المغنسيوم الثقيل Heavy MgO واستقبال الامونيا بحامض البوريك ثم التسحيح مع حامض البوريك ثم التسحيح مع حامض الهيدروكلوريك (M 0.01). نفذت التجربة وفق نظام التجارب البسيطة بالتصميم العشوائي الكامل (CRD) بثلاثة مكررات واختبار LSD.

جدول (1) بعض الخصائص الفيزيائية و الكيميائية و الحيوية لترب الدراسة

القياس Size				الوحدة Unit	نوع التحليل Analysis plant
تربة أشجار مثمرة Fruit trees	تربة حقل الحنطة Wheat	تربة الخضراوات Vegetables	تربة المتروكة Un-cultivate		
127	169	238	175	غم.كغم$^{-1}$	الرمل Sand
432	282	513	282		الغرين Silt
441	549	249	543		الطين Clay
طينية غرينية	طينية	مزيجية غرينية	طينية		النسجة Texture
20	22	20	23	%	السعة الحقلية
4.5	4.70	3.4	3.5	غم.كغم$^{-1}$	المادة العضوية Organic matter
400	300	200	300	غم.كغم$^{-1}$	كاربونات الكالسيوم Calcium carbonite
7.63	7.30	7.12	7.3		pH
1.73	1.58	1.35	1.50	دسي سيمنز.م$^{-1}$	EC
40	45	35	32	ملغم.كغم$^{-1}$	النتروجين الجاهز Available nitrogen
3	3.5	5	3.3		الفوسفور الجاهز Available phosphor
230	300	240	300		البوتاسيوم الجاهز Available potassium
4.4	6	3.65	4	وحدة تكوين المستعمرة. غم$^{-1}$ تربة	أعداد البكتريا $\times 10^7$ Bacteria number $\times 10^7$
3.25	5.3	3	3.3		أعداد الفطريات الكلية $\times 10^6$ Fungi number $\times 10^6$

النتائج والمناقشة

تأثير درجة حرارة الفصول

تشير النتائج المبينة في الجدول (2) الى تفوق نشاط الانزيم خلال فصل الصيف على بقية الفصول ولجميع استعمالات التربة حيث بلغ معدل نشاط الانزيم خلال هذا الفصل (62.41 مايكرو غرام NH_4 غم تربة خلال ساعتين) وكان السبب حسب النشاط كما يأتي :-

الصيف > الخريف > الربيع > الشتاء

وحسب كل من الترب ونوع الاستغلال الزراعي. ويعزى سبب ذلك الى ان زيادة درجة الحرارة خلال موسم الصيف ادى الى احداث تغيرات موسمية رافقتها زيادة في فعالية انزيمات التربة (Wilson واخرون 1999) وهذا ما حصل عليه كل من (Al-Ansari واخرون 1999) و(الجابري ، 2010) في دراستهما الترب من جنوب العراق. اما اقل نشاط للانزيم فقد ظهرت في فصل الشتاء وهذا يعود الى انخفاض فعالية الاحياء في فصل الشتاء ويرى كل من Timothy،Vernica،Francisco 2014 بأن التساقط المطري ودرجة الحرارة لهما الاثر الكبير في النشاط الحيوي للتربة وبالتالي على النشاط الانزيمي وهذا يتفق ما توصلت اليه (الحمداني واخرون ، 2009) بأن سرعة تثبيت سمادي اليوريا ومخلفات الاغنام في تربة كلسية من شمال العراق يعود الى نشاط انزيم اليوريز فيها وقد بينت أن مواسم اخذ العينات من ترب غابات اليوكالبتوس اظهر بأن اعلى فعالية للانزيم كانت نهاية فصل الصيف وبداية الخريف واقلها خلال فصل الشتاء مما يؤكد دور واهمية درجة حرارة المواسم. أشار(Fang واخرون 2013) أن نشاط انزيم اليوريز يزداد بإختلاف أنواع أشجار الغابات وليست الاجناس وذلك لأختلاف افرازات الجذور في منطقة الرايزوسفير.

التداخل بين درجة حرارة الفصول والاستغلال الزراعي

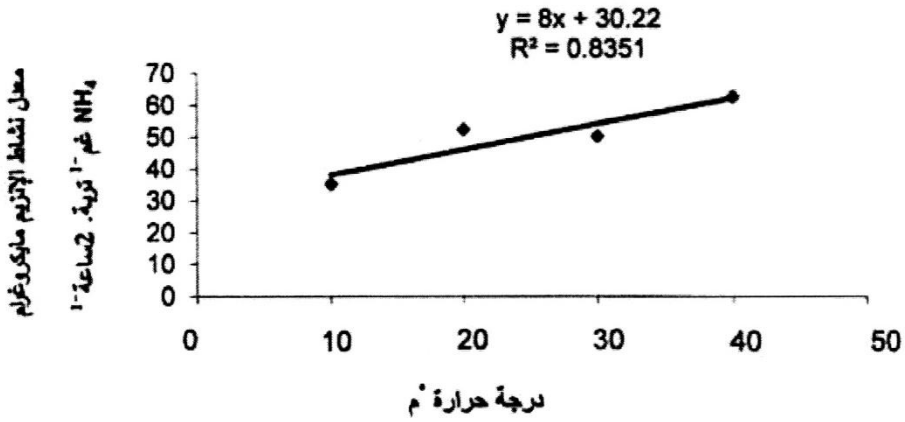
يلاحظ من الجدول (2) ان هناك فروقا واضحة في نشاط انزيم اليوريز باختلاف فصول السنة واختلاف الاستغلال الزراعي اذ تفوق فصل الصيف (°45-°50) م على بقية فصول السنة في عموم الاستغلال الزراعي اذ كان معدل نشاط الانزيم للترب المدروسة في فصل الصيف مقاسا بالمايكروغرام NH_4 غرام$^{-1}$ تربة 2 ساعة$^{-1}$ 70.56 ويعزى ذلك الى ارتفاع درجة الحرارة صيفا (°45-°50) م والتي قد تؤدي الى زيادة معنوية في فعالية انزيمات التربة (Wilson واخرون 1999) بينما

اظهر فصل الشتاء اقل الفصول نشاطا لانزيم اليوريز للترب المدروسة مختلفة الاستغلال الزراعي 27.51 و 22.39 مايكروغرام NH_4 غرام$^{-1}$ تربة 2 ساعة$^{-1}$ للترب المتروكة، والاستغلال الزراعي والتربة المزروعة بالخضراوات حسب الترتيب قد يكون الاختلاف الواضح في نشاط الانزيم خلال فصول السنة ناتج من الفرق الواسع بين درجات الحرارة وكمية الامطار خلال فصول السنة وخاصة بين فصلي الشتاء والصيف اذ أشار(Jardi وJasep ، 2009) ان تأثيرات التغيرات الموسمية على فعالية الانزيمات يرتبط بنوع وكثافة الغطاء النباتي والمناخ ونوع التربة ويعتمد على الحالة التي تتواجد عليها الانزيمات يرتبط بنوع وكثافة الغطاء النباتي والمناخ ونوع التربة ويعتمد على الحالة التي تتواجد عليها الانزيمات سواء كانت بشكل انزيمات خارجية متواجدة في محلول التربة ام مرتبطة بالخلايا الميكروبية او مدعبصة على الدقائق الغروية للتربة، ووجد (Maman،2014 Imad) ان للتصاقط ودرجة الحرارة تأثيرا كبيرا على النشاط الحيوي في التربة ومن ثم على النشاط الانزيمي وهذا ما يفسر الاختلاف في نشاط انزيم اليوريز بأختلاف موسم اخذ العينات والاستغلال الزراعي في المعاملات وهذا يتفق مع ما لاحظه (Jardi, Josep،2009) حيث وجدا ان اعلى فعالية لانزيم اليوريز كانت في فصل الصيف في مناطق اعشاب المراعي الطبيعية (المشابه لظروف تربة نبات الحنطة قيد الدراسة) في حين أظهرت نتائج تربة أشجار الفاكهة اعلى فعالية لانزيم في نهاية الصيف وبداية الخريف ولوحظت مستويات منخفضة لفعالية الانزيم في فصل الشتاء في الترب المتروكة وهذا ما يتفق مع ما حصل عليه (الجابري، 2010) في دراسته لنشاط انزيم اليوريز في ترب مختلفة. إن تواجد الغطاء النباتي في التربة يحسن من صفات التربة الفيزيائية والكيميائية ويعمل على زيادة نشاط الانزيم (Witte واخرون 2002) . كما ان زيادة المادة العضوية لتربة أشجار الفاكهة متساقطة الأوراق تعمل على حجز الانزيم وتثبيته وتقيده وخفض فعاليته عن طريق امتزازه على سطح الطين او الارتباط مع مكونات الدبال وبالتالي يعمل على خفض دوره التحفيزي وزيادة ثباتيته في التربة (Busto،2000 Mateos) . هذا الاختلاف ما بين الترب يعكس اختلاف الغطاء النباتي وقدرتها على النشاط الانزيمي بسبب اختلافات الجذور ونوعية المخلفات العضوية الراجعة الى التربة من أشجار الفاكهة وبالتالي فان نوع الاستغلال الزراعي وعمليات الحراثة لها دور كبير في هذا النشاط الانزيمي وهذا ما اشر اليه (Acosta واخرون 2003) ان الدورات الزراعية تزيد كغيرها من محتوى الكاربون العضوي والنتروجين الكلي واكده (Blank 2004) بأن الأفق السطحي يمتاز بفعالية عالية للانزيم. لقد اكدت نتائج الارتباط الاحصائي (r) وجود علاقات معنوية بين معدل نشاط الانزيم ومعدل درجات الحرارة الفصلية. حيث تراوحت قيم معامل التحديد 0.84 و 0.88 و0.84 و 0.99 حسب الاستغلال الزراعي وتعرض الاشكال (1 و 2 و 3 و 4) العلاقة الإحصائية بين درجة حرارة الفصول الأربعة ونشاط الانزيم حيث تاكد لنا العلاقة الدور الكبير لدرجة الحرارة على نشاط الانزيم في ترب مختلفة النسجة والاستخدام الزراعي حقل مزروع بالخضراوات حقل مزروع بالحنطة. حقل مزروع باشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق. حقل متروك بدون زراعة (بور). وتعرض الاشكال (1و2 و 3 و 4) العلاقة الإحصائية بين درجة حرارة الفصول الأربعة ونشاط الانزيم حيث تاكد لنا العلاقة الدور الكبير لدرجة الحرارة على نشاط الانزيم في ترب مختلفة النسجة والاستخدام الزراعي.

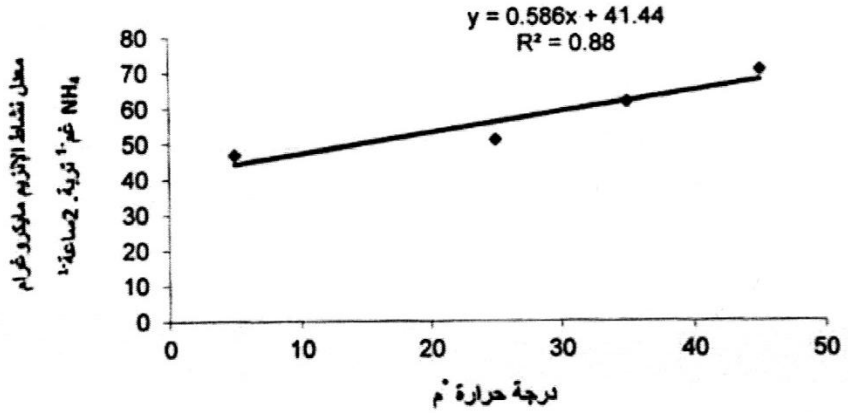
جدول (2) تأثير فصول السنة في نشاط أنزيم اليوريز(مايكرو غرام NH_4 غم$^{-1}$ تربة .2 ساعة$^{-1}$)

تأثير الاستغلال الزراعي Effict of cultivation	فصول السنة Season				الاستغلال الزراعي Cultivation
	الخريف م°35 Autumn 35°C	الصيف م°45 Summer 45°C	الربيع م°25 Spring 25°C	الشتاء م°5 Winter 5°C	
50.22	5.33	62.72	52.50	35.33	أشجار مثمرة Fruit trees
75.55	61.71	70.56	50.96	47.00	حنطة Wheat
40.70	39.20	57.90	38.22	27.51	متروكة Un-cultivate
41.77	39.22	58.46	47.04	22.39	خضراوات Vegetables
	47.61	62.41	47.17	33.05	تأثير فصول السنة Effict of season

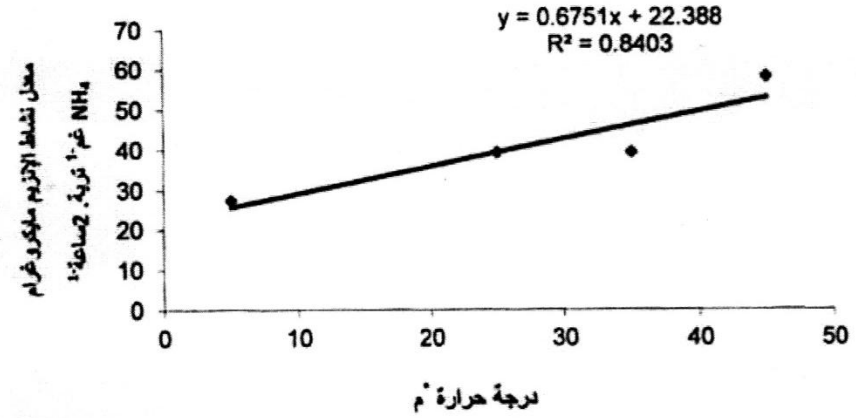
قيمة الـ LSD : الاستغلال الزراعي (1,17) , فصول السنة (1,17) , الاستغلال الزراعي × فصول السنة (2,34)



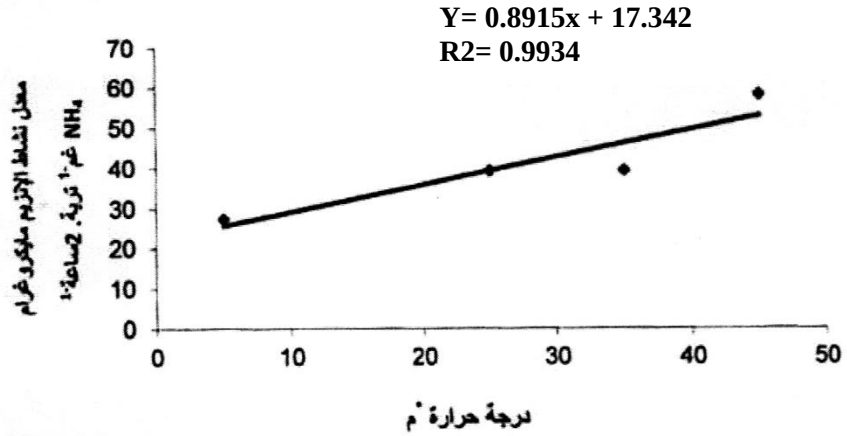
شكل (1) تأثير درجة حرارة الفصول على فعالية إنزيم اليوريز في تربة الأشجار المثمرة



شكل (2) تأثير درجة حرارة الفصول على فعالية إنزيم اليوريز في تربة محصول الحنطة
Figure (2) Effict of temperature season of activity of urease enzyme of wheat soil



شكل (3) تأثير درجة حرارة الفصول على فعالية إنزيم اليوريز في تربة متروكة



شكل (4): تأثير درجة حرارة الفصول على فعالية انزيم اليوريز في تربة محاصيل الخضراوات

المصادر

1. الجابري، ميعاد مهدي (2010). دراسة الفعالية والمقاييس الحركية والثرموداينامكية لإنزيمات الـamidohydrolase في ترب الأهوار وبعض ترب جنوبي العراق. أطروحة دكتوراه . كلية الزراعة ، جامعة البصرة .
2. الحمداني ، رائدة إسماعيل عبدالله، محمد علي جمال العبيدي ، غياث محمد قاسم (2009). استخدام الكبريت للتقليل من الأمونيا المتطايرة من سماد اليوريا المضاف لتربة كلسية. مجلة جامعة تكريت للعلوم الزراعية- مجلد 9 العدد (2) ص 460-448
3. الحمداني. رائدة إسماعيل عبدالله محمد (2005). تأثير الكبريت في تطاير الأمونيا من سمادي اليوريا ومخلفات الأغنام في تربة كلسية. أطروحة دكتوراه، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل.
4. Acosta-Martinez, M. V.; T. M. Zobeck; T. E. Gill and A. C. Kennedy (2003). Enzyme activities and microbial community structure in semiarid agricultural soils. Biology and Fertility of soils. 38:216-227. Allison, S.D.(2005). Cheaters, diffusion and nutrents constrain decomposition by microbial enzymf in spatially structured environment. Ecol. Lett. 8:626-635
5. Al-Ansari, A.M. (2000). Characteristics of enzymes in recently reclaimed land. I. Urease activity and kinetics paramameters.
6. Al-Ansari, A.M.;M. A. Abdulkareem and L. A. Omar (1999). Characteristics of enzymes in recently reclaimed land.: III Kinetics parameter of phosphates. Iraqi J. Agric. Sci.,30: 573-582. Basrah. J. Sci. B, 18: 111 – 12
7. Baba M. Vijay Shankar, Parma VRR, Anil Kumars,(2010). Enzyme activities in soils under central dry Agro climatic Zone of Karnataka, India as Organic and conventional Management Systems. EJBS 3(1) 50 - 53. Bandick, A. K. and R. P.Dick (1999). Field management effects on soil enzyme activities. Soil. Biol. Biochem, 31: 1471- 1479.
8. Blank, R.R. (2004). Enzyme activity in temperate desert soils: Influence ofmicrosite, depth and grazing VSDA forest service proceedings RMRS. P.31:51-53.
9. Bremner, J. M. and A.P. Edwards (1965). Determination and Isotoperation analysis of different froms of nitrogen in soils : I. Apparatus and procedure for distillation and determination of ammonium. SoilSci. Soc. Amer. Proc. 29:504-507.
10. Carter. M.R.E.G. Gregorich (2008). Soil Sampling and methods of analysis. Second edi. Canadian. Society of soil. Science.
11. El-shara, H. M. (2008). Properties and immobilization of urease from leaves of chenopodium album (C3). Bofanical Bulletin of Academia since, 42: 251-258.

12. Fang Shengzuo, Dong Liu, Ye Tian, Shiping Deng Xulan Shang, (2013). Tree Species Composition Influences Enzyme Activities and Microbial Biomass in the Rhizosphere: A Rhizobox Approach. PLoS One 8(4).
13. Gorin, G. (1959). On the mechanisms of urease action. Biochem. Biophys. Acta. 34:268-270.
14. James.b.(2010) :Crystal structure of the first plant urease from Jack Bean.Jornal of Moleculur Biology 400(3):274-283.
15. Jardi, S.:P.Josep (2009):Soil Enzyme Activity in Mediterranean Forest Six Years of Drought. Soil Science Society of America Journal 74(3):838-851
16. Kizilkaya, R. and I. Ekberli (2001). Determination of the effects of hazelnut husk and tea waste treatments on urease enzyme activity and its kinetics in soil. Turk. J. Agric., 32:299-310.
17. Klose, S and M.A. Tabatabai (2000). Urease activity of microbial biomass in soils as affected by cropping systems. Biology and Fertilizer Soils (31):191-199
18. Krajewska, B. (2009). Urease 1, functional, catalytic and kinetic properties: Areview. J. Molec, Cata. B. Enzymatic, 59: 9-21.
19. Maman,R.; S.Imade (2010): Soil microbial enzymatic activity relate to role of methanotrophic bacteria in the tropical forest Soil of Gununy Salak national park. ARPN Journal of Agricultural and biological Science 5(2):51-57
20. Naidia,A.:P.M Huang and J.M. Bollag (2000):Enzyme-clay Interaction and Their Impact on Transformation of Natural and Anthropogenic organic compounds in Soil. Journal of Environmental Science Societies Z9(3):677-691
21. Noorbakhsh, F.; S. Hajrasuliha and G. Emtiazy (2001). Factors affecting urease enzyme activity in some soils in Isfahan province. Journal of science and technology of agriculture and natural resources, 5: 95-106.
22. Sinsabaugh, R. L.; R. K. Antibns and A. E. Linkins (1991). An enzymic approach to the analysis of microbial activity during plant litter decomposition. Agric. Ecosyst. Environ. 34:43-54.
23. Tabatabai, and A. Wollum (eds). Methods of soil analysis. Part 2, microbiological and biochemical properties. Soil. Sci. Soc. Am. Inc., USA. Tabatabai, M. A. and J. M. Bremner (1972). Extraction of enzymes from soils. P: 197-227. In: G. Stotzky and J. M. Bollage (eds.) soil biochemistry. Vol. 7.Marcel Dekker, New York.
24. Tabatabai, M.A.,(1994). Soil enzymes. In: R.W.Weaver S.Angle; P. Bottomley; D. Bezdicek S. Smith; M.A.
25. Timothy.M;A.Veronica;c.Trancisco(2014).Soil enzyme activities, microbial, communities, carbon and nitrogen availability in organic agroecosy stems across an intensively-managed agricultural land Scape. Soil biology and Biochemistry 68(12):252-262
26. Wilson, D.J.; R. Wal; E. R. Chang; A. Jensen and R. L. Jefferies(1999). Urea hydrolysis and nitrification in arctic sait-marsh soils: possible constraints on the growth of forage plants. Ecoscience, 6: 72-78.
27. Witte Claus-Peter, Sarah A. Tiller, Mark A. Taylor and Howard V. Davies, (2002). Leaf urea metabolism in potato. Urease activity profile and patterns of recovery and distribution of (15)N after foliar urea application in wild-type and urease-antisense transgenics. Plant Physiology 128(3): 1129-1136.
28. Yang CL., Sun TH, He WX. , Song XY,(2007). Effect of temperature on kinetic of soil urease inhabited by Hg. Huan Jing Ke Xue. 28(2): 278 — 82.
29. ZFXu, Tang Z, Wan C, Xiong P., Cao G, Liu Q. (2010). Effects of Simulated warming on soil enzyme activities in two subalpine coniferous frests in west Sichuan. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao. 21(11): 2727-33.