

تأثير مستوى وموعد اضافة الكبريت الزراعي في بعض الصفات الكيميائية

للتربة قبل الزراعة وعند الحصاد لصنفين من الحنطة

انمار حمودي كاظم
قسم علوم التربة والمياه
كلية الزراعة-جامعة المثنى

عبدالكريم حمد حسان
وزارة الزراعة

تركي مفتن سعد
قسم علوم التربة والمياه
كلية الزراعة- جامعة المثنى

المستخلص:

نفذت تجربة حقلية في الحقل التابع لمحطة ابحاث الحنطة الواقعة في ناحية الوركاء شمال شرق محافظة المثنى خلال الموسم الخريفي 2014 - 2015 بهدف دراسة تأثير اضافة الكبريت الزراعي بمستويات ومواعيد مختلفة في درجة التفاعل (pH) والايصالية الكهربائية (EC) لتربة مزروعة بصنفين من الحنطة *Triticum aestivum L.* استخدم تصميم القطاعات الكاملة المعشاة باسلوب القطع المنشقة المنشقة بثلاثة مكررات. اظهرت النتائج ان اضافة الكبريت الزراعي بالمستوى 2000 كغمS⁻¹ هكتار⁻¹ اثر معنويا في خفض درجة تفاعل وزيادة قيم الايصالية الكهربائية لتربة مزروعة بصنفين من الحنطة ابا 99 و ابو غريب للمراحل قبل الزراعة وعند الحصاد بلغت بالتتابع 7.14 و 7.49 لدرجة تفاعل التربة و 3.30 و 2.96 ديسي سيمنز م⁻¹ لدرجة الايصالية الكهربائية للصنفين بالتتابع، كما اعطى موعد الاضافة في تشرين الثاني عند الحصاد اقل المتوسطات لدرجة تفاعل التربة واعلى المتوسطات لدرجة الايصالية الكهربائية للتربة بلغت بالتتابع 8.02 و 2.67 ديسي سيمنز م⁻¹. واعطى موعد الاضافة في ايلول اعلى متوسط لدرجة الايصالية الكهربائية بلغ 3.06 ديسي سيمنز م⁻¹ في مرحلة قبل الزراعة، فيما لم يكن للاصناف تأثير على درجة الايصالية الكهربائية للمرحلتين قبل الزراعة وعند الحصاد. وكان للتداخل بين مستويات ومواعيد الاضافة والاصناف تأثير معنوي في خفض درجة تفاعل التربة لكلا المرحلتين.

EFFECT OF LEVELS AND DATES OF ADDITION THE AGRICULTURAL SULFUR IN SOME CHEMICAL SPECIFICATIONS FOR THE SOIL BEFORE PLANTING & AT HARVEST OF TWO CULTIVARS OF WHEAT

Turki M.Saad Abdulkareem H.Hassan Anmar H.Kadhim water
&soil Science Dept. Ministry of Agriculture water & soil Science Dept. Coll. of
Agric./ Univ. of Al-Muthanna Coll. of Agric./ Univ. of Al-Muthanna

Abstract:

A field experiment was conducted in an field experiment of wheat research station that located in the Al-Warka locality northeast of Al-Muthanna province during the autumn season 2014-2015 in order to study the effect of add the agricultural sulfur of different dates and levels in the degree of reaction (pH) and the electrical conductivity (EC) of a soil plant with two cultivars of wheat *Triticum aestivum* L., a randomized complete block design with a style of split split plot with three replicates. The results showed that the agriculture sulfur addition of the level 2000 Kg S ha⁻¹ was a significant effect in reducing the degree of reaction and increasing the degree of electrical conductivity to the soil planted with a two cultivars of wheat IPA-99 & Abu Ghraip for the stages before planting and at harvest which were sequentially 7.14 and 7.49 for the degree of soil reaction and 3.30 and 2.96 dSm⁻¹ for the degree of electrical conductivity, also the date added in November for the harvest stage given the lowest means for the degree of reaction and higher mean of the electrical conductivity of the soil, which were sequentially 8.02 and 2.67 dSm⁻¹. The added dates in September gave highest mean for the degree of electrical conductivity was 3.06 dSm⁻¹ in the stage before planting, while there was no significant effect on the degree of the electrical conductivity for the three stages. The interaction between the levels add sulfur, added dates, and cultivars a significant effect to reducing the degree of reaction for the stages before planting and at harvest.

المقدمة:

الاساليب التي من شأنها زيادة جاهزية هذه المغذيات لما لها من اهمية بسبب زيادة التأثير في الحاصل ومكوناته لدورها في الكثير من العمليات الفسلجية ولكون النبات لا يمكنه ان يكمل دورة حياته بدون هذه المغذيات، ومن الاساليب المتبعة لهذا الغرض هو اضافة الكبريت الزراعي الى التربة والذي يدخل في العديد من التفاعلات التي تحصل في التربة، ويعود ذلك الى تعدد صور الكبريت الكيميائية والعضوية والمعدنية المتواجدة في التربة وتعدد انواع الاحياء المجهرية التي تسهم في تحولاته في التربة، اذ تكون مسؤولة بالدرجة الاولى عن تحول صور الكبريت العضوية الى معدنية جاهزة للنبات (He وآخرون، 2010 و Joseph وآخرون، 2013)، ووضح Valdebenito-Rolack وآخرون (2011) ان الاحياء المجهرية يمكنها عند الظروف الملائمة ان تؤدي دوراً مهماً في اكسدة الكبريت حيويًا في التربة ولبكتريا ذاتية التغذية الكيميائية التابعة لجنس *Thiobacillus* وبعض الاحياء المجهرية ذاتية التغذية من بكتريا وفطريات دور مهم في ذلك اذ يتحول الكبريت بفعل هذه الاحياء الى حامض الكبريتيك والذي يؤدي الى خفض درجة تفاعل التربة وزيادة جاهزية المغذيات والذي يعمل في هذه الحالة كمصلح لصفات التربة القاعدية والكلسية. وتكمن اهمية الكبريت لنمو النبات كونه يدخل في تكوين البروتين من خلال تكوين العديد من الاحماض الامينية، حيث يعد الـ *cysteine* و الـ *methionine* من اهم الاحماض الامينية الحاوية على الكبريت في النبات فهما يوجدان بصورة احماض حرة ويعملان كلبينات اساسية في بناء البروتين (Brosnan و Brosnan، 2006)، كما ان للكبريت اهمية في تكوين روابط S - S لتكوين الاحماض الامينية *Glutamic* و *Glycine* وله دور

يعد محصول الحنطة *Triticum aestivum* L. اكثر المحاصيل اهمية في العالم ، فهي تمد غذاء الانسان بأكثر من 25% من السعرات الحرارية والبروتين، بالاضافة الى احتواءه على كميات من الدهون والفيتامينات (B1 و B2) وبعض الاملاح المعدنية ، كما انها مصدر الغذاء الرئيسي في اكثر من 40 دولة ولأكثر من 28% من سكان العالم (FAO، 2008)، كما انه يحتل المكانة الاولى في العالم من حيث المساحة المزروعة والانتاج، وقد جاء في آخر تقرير لمنظمة الاغذية والزراعة التابعة للامم المتحدة (FAO) بتاريخ 2015/12/03 بان الانتاجية للحنطة في العالم وصلت الى 735 مليون طن، وفي العراق بلغت الانتاجية 3,800.00 مليون طن حسب احصائية المنظمة اعلاه لعام 2014 (FAO، 2015). ان معدل غلة وحدة المساحة في العراق ما تزال دون المستوى المطلوب قياساً بالمعدل العالمي وقد يعود سبب ذلك الى ممارسة الاساليب التقليدية القديمة في طرائق الزراعة وخدمة المحصول فقد تزايد الاهتمام بهذا المحصول مما ادى الى استنباط اصناف جديدة ذات قدرة انتاجية عالية من قبل العديد من المؤسسات البحثية في العراق، الا ان المقدره الانتاجية لأي صنف مهما كانت مواصفاته تعتمد على الادارة المتبعة وفق الاسس العلمية الصحيحة، لذا كان لزاماً على المختصين استثمار السبل الكفيلة برفع انتاجية الاصناف الجديدة، وتعتبر عوامل التربة ومنها درجة التفاعل من العوامل المؤثرة في زيادة انتاجية محصول الحنطة اذ ان الترب العراقية عموماً ذات محتوى عال من كاربونات الكالسيوم وذات pH مرتفع يميل الى القاعدية وبذلك تقل جاهزية المغذيات لاسيما الصغرى Micronutrients لذلك لا بد من اتباع

من قبل الهيئة العامة لكبريت المشراق، وثلاث مواعيد للإضافة وهي الأول من : ايلول و تشرين الأول و تشرين الثاني. بعد تهيئة ارض التجربة من عمليات حراثة وتنعيم وتسوية اخذت عينات تربة من العمق 0-30 سم من مواقع مختلفة من الحقل ، ومزجت جيدا لمجانستها وجففت هوائيا ونعمت باستخدام مطرقة بولي اثلين ، ومررت من منخل قطر فتحاته 2 ملم، اخذت منها عينة مركبة لغرض تقدير بعض صفات التربة الكيميائية والفيزيائية الخاصة بتربة التجربة (راين وآخرون، 2003) (جدول2)، ومن ثم قسم الحقل الى الواح مساحتها $(2 \times 3 = 6 \text{ م}^2)$ تبعا للتصميم المستعمل، وتركت اكتاف بين الوحدات التجريبية بمسافة 0.5 م وبين المكررات مسافة 3 م اضافة الى السواقي، وتم اضافة الكبريت الزراعي ومصدره حقول المشراق نسبة الكبريت فيه 92-96% الى الالواح وحسب المستويات ومواعيد الاضافة المبينة اعلاه بخلطه بالتربة على عمق 20 سم، وتم ري الالواح بعد كل اضافة للكبريت بدءا من الموعد الاول، ويعاد ريه بعد مرور 15 يوما مرة اخرى وهكذا في الموعد الثاني وانتهاء بالموعد الثالث للاضافة، ثم اعيدت عملية التسوية لتربة الالواح بعد الانتهاء من ري الالواح وجفاف التربة لتهيئتها للزراعة ، حيث خطت الالواح الى عشرة خطوط بمسافة 15 سم بين خط وآخر بطول 3 م باستعمال آلة يدوية صنعت بهدف ضبط المسافة بين الخطوط، بعد ذلك زرعت الالواح ببذور الاصناف المستخدمة. اضيف السماد الفوسفاتي دفعة واحدة عند الزراعة بكمية 100 كغم¹.P.هكتار¹ على شكل سماد السوبر فوسفات الاحادي (20% P)، اما السماد النتروجيني فقد اضيف بكمية 160 كغم¹.N.هكتار¹ وبواقع دفعتان عند الزراعة وفي نهاية مرحلة التفرعات

مهم في تكوين CoASH والفيتامينات وتكوين ال Ferredoxin وهو عامل مختزل قوي ويعد احد مكونات سلسلة النقل الالكتروني للتفاعلات الضوئية في عملية التركيب الضوئي (ابو ضاحي و اليونس، 1988)، كما يدخل الكبريت في تركيب كثير من المركبات غير الاساسية في النبات لكنها تسهم في صنع آليات دفاعية ضد آكلات الاعشاب والآفات والامراض او تكون الطعم الخاص او النكهة المميزة للغذاء النباتي (النعيمي، 1984). وبالنظر لإنتاج كميات كبيرة من الكبريت الزراعي في حقل المشراق الذي يستخرج من الارض او يتكون على شكل نواتج عرضية من الصناعات النفطية فان اضافته الى التربة العراقية التي تميل كما ذكرنا الى القاعدية سوف يزيد من جاهزية المغذيات الصغرى والذي سينعكس ايجابيا في زيادة نمو محصول الحنطة وزيادة انتاجيتها لذلك فان هذا الدراسة هدفت الى معرفة تأثير مواعيد ومستويات اضافة الكبريت الزراعي في بعض الصفات الكيميائية للتربة قبل الزراعة وعند الحصاد لصنفين من الحنطة.

المواد وطرائق العمل:

نفذت تجربة حقلية خلال الموسم الزراعي 2014-2015 في الحقل التابع لمحطة ابحاث الحنطة الواقعة في ناحية الوركاء (17كم شمال شرق محافظة المثى) بتاريخ 2014/09/01، اما موعد الحصاد فكان بتاريخ 2015/04/20، بهدف دراسة تأثير مواعيد ومستويات اضافة الكبريت الزراعي في بعض الصفات الكيميائية لتربة مزروعة بصنفين من الحنطة الناعمة *Triticum aestivum* L. في تجربة تضمنت معاملات صنفين هما إباء-99 و ابو غريب، وثلاثة مستويات من الكبريت الزراعي هي 0 و 1000 و 2000 كغم¹ هكتار¹ والمبينة بعض صفاته في جدول (1) والمقدرة

جدول (1) بعض صفات الكبريت الزراعي المستخدم في الدراسة

القطر Mesh	الطين %	% C	CaSO ₄ %	CaCO ₃ %	Ca ⁺² mg kg ⁻¹	الكبريت %	EC 1:1 dSm ⁻¹	pH 1:1
325	1.5	0.12	0.0036	–	64	95	4.4	3.7

جدول (2) بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية لتربة الدراسة قبل الزراعة

الوحدة	القيمة	الصفة
-	8.4	درجة تفاعل التربة pH
ديسي سيمنز.م ¹	6.2	الاصلالية الكهربائية EC
سنتيمول كغم ¹ تربة	5.8	السعة التبادلية الكاتيونية CEC
غم كغم ¹ تربة	18.0	المادة العضوية
	1.03	الجبس
	280	الكلس
سنتيمول كغم ¹ تربة	Nil	الكربونات
	0.06	البيكاربونات
ملغم كغم تربة	182.7	الكبريتات
ملغم كغم ¹ تربة	5.3	النتروجين الجاهز
	2.6	الفسفور الجاهز
	35.6	البوتاسيوم الجاهز
غم كغم ¹	65.7	الطين
	148.2	الغرين
	786.1	الرمل
رملية مزيجة Lomy sand		النسجة

الإضافة في (أيلول و تشرين الأول و تشرين الثاني)
الألواح الثانوية، أما الألواح الصغرى فقد خصصت
لصنفي الحنطة (أباء 99 و أبو غريب).
تم قياس درجة تفاعل التربة pH ودرجة الإصالية
الكهربائية EC في راشح العجينة المشبعة باستعمال
جهاز الـ pH-meter والـ EC-meter للصفين
بالتتابع وحسب الطريقة الموصوفة في Page
وآخرون(1982).

وقبل طرد السنابل وعلى هيئة سماد اليوريا (46%N)
(جدوع، 1995). جرى تنفيذ التجربة باستعمال تصميم
القطع المنشقة المنشقة Split-Split Plot Design،
وباستعمال تصميم القطاعات الكاملة المعشاة
(R.C.B.D) باستعمال اختبار اقل فرق معنوي (L. S. D).
عند مستوى معنوية 0.05 في مقارنة متوسطات
المعاملات (الراوي وخلف الله، 1980) وبثلاث مكررات
واربعة وخمسون وحدة تجريبية، حيث احتلت مستويات
إضافة الكبريت الزراعي (0 و 1000 و 2000)
كغم/هكتار¹ الألواح الرئيسية بينما احتلت مواعيد
النتائج والمناقشة :

1- تأثير إضافة الكبريت الزراعي ومواعيد الإضافة في درجة تفاعل التربة (pH) قبل الزراعة

مستويات الكبريت ومواعيد الإضافة تمثلت بالمدد
الأسبوعية من بداية موعد كل إضافة وانتهاءً بمنصف
الموعد الأخير للإضافة في درجة تفاعل التربة، فقد
تفوقت معنويًا إضافة الكبريت بالمستوى 2000
كغم/هكتار¹ لمواعيد الإضافة الثلاث وأعطت أقل القيم
لمتوسطات درجة تفاعل التربة بلغت 7.02 و 7.15 و
7.25 قياسًا مع معاملة المقارنة التي أعطت أعلى
المتوسطات لهذه الصفة بلغت 8.25 و 8.18 و 7.92
للاشهر أيلول و تشرين الأول و تشرين الثاني بالتتابع.
بلغت نسبة الانخفاض 14.91% و 12.59% و
8.46% للمواعيد الثلاث بالتتابع بالمقارنة مع المعاملة
بدون إضافة. كما تفوق المستوى 2000 كغم/هكتار¹
معنويًا على المستوى 1000 كغم/هكتار¹ ونسب
انخفاض بلغت 3.44% و 2.29% للموعدين الأول و
الثالث، بينما لم يختلف المستويان بينهما معنويًا في
الموعد الثاني. وتفوق المستوى 1000 كغم/هكتار¹
معنويًا على معاملة المقارنة بنسب انخفاض بلغت

يتضح من نتائج جدول (3) أن زيادة مستوى إضافة
الكبريت إلى التربة قد أدت إلى خفض درجة تفاعل
التربة قبل الزراعة، إذ تفوقت معاملة الكبريت 2000
كغم/هكتار¹ معنويًا وأعطت أقل متوسط لدرجة تفاعل
التربة بلغ 7.14 قياسًا بمعاملة المقارنة التي أعطت
أعلى متوسط بلغ 8.12 وبنسبة انخفاض بلغت
12.07%، كما تفوق مستوى الإضافة 2000
كغم/هكتار¹ معنويًا على المستوى 1000 كغم/هكتار¹
¹ وبنسبة انخفاض بلغت 2.19% الذي تفوق بدوره على
المعاملة بدون إضافة بنسبة انخفاض 10.10%. وهذا
التأثير ناتج من عملية الأكسدة البيولوجية للكبريت والتي
نتج عنها تحرر أيونات الهيدروجين مما أدى إلى خفض
درجة تفاعل التربة. تتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه
كل من أبو ضاحي (1999) والاعظمي وآخرون
(2001) و لطيف (2006) وعلوي والشماع (2008)
والبياتي وآخرون (2009) من وجود تأثير معنوي لزيادة
كمية الكبريت في خفض درجة تفاعل التربة. أشارت
نتائج جدول (3) إلى أن هناك تأثيرًا معنويًا للتداخل بين

جدول (3) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الاضافة في متوسط درجة تفاعل التربة (pH) قبل الزراعة

الاصناف × مواعيد الاضافة	مستويات الكبريت كغم/هكتار ¹			مواعيد الاضافة		الاصناف
	2000	1000	0	10 اسابيع	ايلول	
7.56	7.17	7.30	8.20	10 اسابيع	ايلول	اباء-99
7.56	7.27	7.27	8.13	6 اسابيع	تشرين الاول	
7.52	7.13	7.37	8.07	2 اسابيع	تشرين الثاني	
7.47	6.87	7.23	8.30	10 اسابيع	ايلول	ابو غريب
7.48	7.03	7.17	8.23	6 اسابيع	تشرين الاول	
7.56	7.37	7.47	7.83	2 اسابيع	تشرين الثاني	
n.s	0.16			L.S.D		
متوسط الاصناف						
7.54	7.19	7.31	8.13	اباء-99		الاصناف × مستويات الكبريت
7.50	7.09	7.29	8.12	ابو غريب		
n.s	n.s			L.S.D		
متوسط مواعيد الاضافة						
7.51	7.02	7.27	8.25	10 اسابيع	ايلول	مواعيد الاضافة × مستويات الكبريت
7.52	7.15	7.22	8.18	6 اسابيع	تشرين الاول	
7.53	7.25	7.42	7.92	2 اسابيع	تشرين الثاني	
n.s	0.12			L.S.D		
	7.14	7.30	8.12	متوسط مستويات الكبريت		
	0.08			L.S.D		

* n.s : non-significant (غير معنوي)

12.56% و 10.58% و 11.65% للصف اباء-99 و 17.23% و 14.58% و 5.87% للصف ابو غريب للمواعيد الثلاث بالتتابع. تفوق مستوى الاضافة 1000 كغم/هكتار¹ معنويا على معاملة المقارنة بنسب انخفاض 10.98% و 10.58% و 8.67% للصف اباء-99 و 12.89% و 12.88% و 4.60% للصف ابو غريب للمواعيد الثلاث بالتتابع، كما تفوق مستوى الاضافة 2000 كغم/هكتار¹ للصف اباء-99 لموعد الاضافة الاول معنويا على مستوى الاضافة 1000 كغم/هكتار¹ بنسبة انخفاض 1.78% فيما لم تكن هناك فروق معنوية بينهما للموعدين الثاني، اما الموعدين الثالث للاضافة فقد تفوق المستوى 2000 كغم/هكتار¹ وبانخفاض قدره 3.26%. اما الصف ابو غريب فقد

11.88% و 11.74% و 6.31% لمواعيد الاضافة الاول والثاني والثالث بالتتابع. اثر التداخل بين الكبريت المضاف ومواعيد الاضافة والاصناف معنويا في صفة درجة تفاعل التربة قبل الزراعة، فقد اعطى المستوى 2000 كغم/هكتار¹ لكافة مواعيد الاضافة وللصنفين اباء-99 و ابو غريب اقل المتوسطات بلغت 7.17 و 7.27 و 7.13 للمواعيد ايلول وتشرين الاول وتشرين الثاني بالتتابع للصف اباء-99 و 6.87 و 7.03 و 7.37 للمواعيد الثلاث بالتتابع للصف ابو غريب قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اعلى المتوسطات لهذه الصفة بلغت 8.20 و 8.13 و 8.07 للصف اباء-99 و 8.30 و 8.23 و 7.83 للصف ابو غريب. كانت نسبة الانخفاض

المستويين للموعد الثاني والثالث للاضافة (جدول 3).
بينت النتائج عدم وجود تأثير معنوي لمواعيد الاضافة
والاصناف في درجة تفاعل التربة قبل الزراعة.

2- تأثير اضافة الكبريت الزراعي ومواعيد الاضافة في درجة الايصالية الكهربائية (EC) دبسي سيمنز م¹⁻ قبل الزراعة

الأيونات المتبادلة على أسطح التبادل بواسطة
الهيدروجين لذلك تحصل زيادة بهذه الأيونات في محلول
التربة وما يرافقه من ذوبان الكلس وتحرر الأيونات
المرتبطة به كيميائياً، وهذا يتفق مع ما توصل اليه
التحافي وآخرون (2005) و جبر وآخرون (2007) و
عليوي والشماع (2008) على ان اضافة الكبريت لها
تأثير معنوي في زيادة درجة الايصالية الكهربائية للتربة.

بينت نتائج جدول(4) تأثير التداخل بين مستويات
الكبريت ومواعيد الاضافة في درجة الايصالية الكهربائية
فقد تفوق مستوى الاضافة 2000 كغم/هكتار¹⁻ معنوياً
لكافة مواعيد الاضافة واعطى اعلى المتوسطات لهذه
الصفة بلغت 3.37 و 3.30 و 3.23 دبسي سيمنز م¹⁻
قياساً بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل المتوسطات لهذه
الصفة بلغت 2.56 و 2.54 و 2.67 دبسي سيمنز م¹⁻
للاشهر ايلول وتشيرين الاول وتشيرين الثاني بالتتابع.
بلغت نسبة الزيادة 31.64% و 29.92% و 20.97%
للمواعيد الثلاث بالتتابع، وتفوق مستوى الاضافة 2000
كغم/هكتار¹⁻ كذلك معنوياً على مستوى الاضافة 1000
كغم/هكتار¹⁻ للمواعيد الثلاث وينسب زيادة بلغت
3.37% و 1.85% و 1.25% للمواعيد الثلاث
بالتتابع، كما تفوق مستوى الاضافة 1000 كغم/هكتار¹⁻
على معاملة المقارنة بدون اضافة وينسب زيادة بلغت
27.34% و 27.56% و 19.48% للمواعيد الثلاث
بالتتابع.

تفوق مستوى الاضافة 2000 كغم/هكتار¹⁻ للموعد
الاول معنوياً على المستوى 1000 كغم/هكتار¹⁻ بنسبة
انخفاض 4.98% ولم تكن هناك فروق معنوية بين

تعد درجة الايصالية الكهربائية (ملوحة التربة) من
العوامل المهمة والرئيسية في الحد من نمو النباتات
وخفض الحاصل بسبب تأثيراتها المباشرة وغير المباشرة
في النبات . لذا فإن التربة التي تتميز بإرتفاع نسبة
الأملاح فيها تقل قابليتها للإنتاجية. بينت نتائج جدول 4
وجود تأثير معنوي لاضافة الكبريت الزراعي ومواعيد
الاضافة في درجة الايصالية الكهربائية للتربة قبل
الزراعة، يتبين لنا من نتائج جدول(4) ان زيادة مستوى
اضافة الكبريت الى التربة ادت الى زيادة معنوية في
درجة الايصالية الكهربائية للتربة قبل الزراعة، حيث
تفوق المستوى 2000 كغم/هكتار¹⁻ معنوياً واعطى
اعلى قيمة لدرجة الايصالية الكهربائية بلغت 3.30
دبسي سيمنز م¹⁻ قياساً بمعاملة المقارنة والتي اعطت
متوسط بلغ 2.59 دبسي سيمنز م¹⁻ اي بنسبة زيادة
27.41% عن معاملة المقارنة، كما تفوق المستوى
2000 كغم/هكتار¹⁻ معنوياً على المستوى 1000
كغم/هكتار¹⁻ بنسبة زيادة بلغت 2.17% وتفوقت
المستوى 1000 كغم/هكتار¹⁻ بدوره على معاملة
المقارنة بنسبة زيادة 24.71%.

كما بينت النتائج في جدول(4) تفوق موعد
الاضافة الاول في شهر ايلول معنوياً على موعد
الاضافة الثاني والثالث بنسبة زيادة بلغت 0.99% لكلا
الموعدين ولم يختلف موعداً الاضافة الثاني والثالث
بينهما معنوياً. قد يعود سبب هذه الزيادة إلى إن إضافة
المصلحات الحامضية إلى التربة تؤدي إلى إزاحة

جدول (4) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الاضافة في متوسط درجة الايصالية الكهربائية (EC) ديسي سيمنز م⁻¹ قبل الزراعة

الاصناف × مواعيد الاضافة	مستويات الكبريت كغم/هكتار ¹			مواعيد الاضافة		الاصناف
	2000	1000	0	10 اسابيع	ايلول	
3.06	3.36	3.27	2.56	10 اسابيع	ايلول	اباء-99
3.02	3.26	3.23	2.56	6 اسابيع	تشرين الاول	
3.05	3.26	3.22	2.68	2 اسابيع	تشرين الثاني	
3.06	3.37	3.25	2.56	10 اسابيع	ايلول	ابو غريب
3.03	3.34	3.25	2.52	6 اسابيع	تشرين الاول	
3.00	3.20	3.16	2.65	2 اسابيع	تشرين الثاني	
0.02	n.s			L.S.D		
متوسط الاصناف						
3.04	3.29	3.24	2.60	اباء-99		الاصناف × مستويات الكبريت
3.03	3.30	3.22	2.58	ابو غريب		
n.s	n.s			L.S.D		
متوسط مواعيد الاضافة						
3.06	3.37	3.26	2.56	10 اسابيع	ايلول	مواعيد الاضافة × مستويات الكبريت
3.03	3.30	3.24	2.54	6 اسابيع	تشرين الاول	
3.03	3.23	3.19	2.67	2 اسابيع	تشرين الثاني	
0.01	0.02			L.S.D		
	3.30	3.23	2.59	متوسط مستويات الكبريت		
	0.02			L.S.D		

* n.s : non-significant (غير معنوي)

على كلا الموعدين الثاني والثالث بنسب زيادة بلغت 1.00% و 2.00% للموعدين الثاني والثالث بالتتابع، وتفوق الموعد الثاني على الموعد الثالث بنسبة زيادة بلغت 1.00%. قد يعود سبب ذلك الى ان مدة 10 اسابيع من بدأ اضافة الكبريت الزراعي في شهر ايلول وبالمستوى 2000 كغم/هكتار¹ قد اعطى عملية الاكسدة الوقت الكافي لتكوين اكبر كمية من حامض الكبريتيك والذي بدوره ادى الى خفض درجة التفاعل كما ذكرنا وزيادة ذوبان الايونات المتبادلة مما ادى الى زيادة التوصيل الكهربائي على عكس الاضافات الاخرى التي تلت الاضافة الاولى للمدد 6 اسابيع و 2 اسبوع لنفس المستوى التي من المحتمل انها لم تاخذ الوقت الكافي

اظهرت نتائج جدول (4) وجود تأثير معنوي للتداخل بين مواعيد اضافة الكبريت الزراعي والاصناف، فقد تفوق موعد الاضافة في شهر ايلول للصنف اباء-99 معنوياً واعطى اعلى متوسط لدرجة الايصالية الكهربائية للتربة بلغت 3.06 ديسي سيمنز م⁻¹ قياساً بالموعد الثاني للاضافة الذي اعطى اقل متوسط بلغ 3.02 ديسي سيمنز وبنسبة زيادة بلغت 1.32%. ولم يختلف الموعد الاول للاضافة للصنف اباء-99 معنوياً عن الموعد الثالث للاضافة، وتفوق الموعد الثالث للاضافة للصنف اباء-99 معنوياً على الموعد الثاني للاضافة بنسبة زيادة بلغت 1.00%. اما بالنسبة للصنف ابو غريب فقد تفوق موعد الاضافة الاول لشهر ايلول معنوياً

الكهربائية. بينت النتائج عدم وجود تأثير معنوي للاصناف قبل الزراعة في صفة درجة الايصالية الكهربائية للتربة. كما ان التداخل بين الكبريت المضاف والاصناف والتداخل بين العوامل الثلاث كان غير معنوي مما يعني أن كل عامل كان مستقلا في تأثيره عن العامل الآخر في هذه الصفة.

3- تأثير اضافة الكبريت الزراعي ومواعيد الاضافة في درجة تفاعل التربة (pH) عند الحصاد

المختلفة بعد كل اضافة وصولا الى المراحل المذكورة، او قد يكون بسبب ارتفاع نسبة معادن الكربونات فيها ومن ثم امكانية معادلة الكالسيوم لايونات الهيدروجين الناتجة من عملية اكسدة الكبريت. وهذا يتفق مع ما توصل اليه عليوي والشماع (2008) من ان لإضافة الكبريت تأثيرا معنويا في خفض درجة تفاعل التربة لمدة اقصاها شهرين بعد الاضافة ومن ثم يعود بعدها ليرتفع مرة اخرى.

بينت نتائج جدول(5) وجود تأثير معنوي لمواعيد الاضافة على متوسط درجة تفاعل التربة عند الحصاد، اذ تفوق موعد الاضافة في شهر تشرين الثاني معنويا واعطى اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 8.02 ونسبة انخفاض 2.67% عن موعد الاضافة الاول في ايلول بينما لم تكن هناك فروق معنوية بينه وبين الموعد الثاني للاضافة في شهر تشرين الاول، وتفوق موعد الاضافة الثاني على الموعد الاول للاضافة بنسبة انخفاض 2.31%. ان ذلك ربما يعود الى تفاوت المدد الزمنية لما بعد الاضافة وصولا الى هذه المرحلة، فالموعد الاخير للاضافة يعد اقرب ما يكون لموعد الحصاد وبحدود خمسة اشهر بعد الاضافة الاخيرة والذي اعطى اقل المتوسطات لهذه الصفة، مقارنة بالمواعيد الاخرى للاضافة. وعلى الرغم من ارتفاع قيم متوسطات درجة

لاتمام عملية الاكسدة البايولوجية. تتفق هذه النتائج مع ما توصل اليه التحافي وآخرون (2005) الى ان درجة الايصالية الكهربائية تزداد بزيادة مستويات الكبريت المضاف مع الزمن، كما اتفقت هذه النتائج مع ما توصل اليه لطيف (2006) من ان هناك تأثير معنوي لزيادة كمية الكبريت المضاف وبعد 8 اسابيع في خفض درجة التفاعل للتربة وبالتالي زيادة درجة الايصالية

بينت نتائج جدول(5) وجود تأثير معنوي لإضافات الكبريت على درجة تفاعل التربة عند الحصاد، فقد تفوقت الاضافة 2000 كغم¹هكتار¹ معنويا واعطت اقل متوسط لدرجة التفاعل عند مرحلة الحصاد بلغ 7.49 ونسبة انخفاض 13.81% و 7.99% مقارنة بالمعاملة بدون اضافة ومعاملة 1000 كغم¹هكتار¹ بالتتابع، كما تفوق مستوى الاضافة 1000 كغم¹هكتار¹ معنويا على معاملة المقارنة بنسبة انخفاض 6.33% (جدول5). ان السبب في ذلك قد يعود الى ان زيادة اضافة الكبريت قد تؤدي الى خفض درجة تفاعل التربة الى اقصى حد بسبب اكسدته وتحوله الى حامض الكبريتيك. وهذا يتطابق مع ما توصل اليه زبون (2006) حيث بين ان درجة تفاعل التربة قد انخفضت معنويا بزيادة مستويات اضافة الكبريت الى التربة. من النتائج المستحصلة لدينا لهذه الصفة في تربة الزراعة يمكن ملاحظة ان درجة تفاعل التربة قد اخذت بالارتفاع تدريجيا عن معدلاتها في المراحل السابقة للمستوى 2000 كغم¹هكتار¹، حيث بلغت متوسطاتها للمراحل قبل الزراعة ومرحلة التزهير ومرحلة الحصاد بالتتابع 7.16 و 7.25 و 7.49. ان عودة درجة التفاعل للارتفاع تدريجيا على مر المراحل قد يكون بسبب بطئ عملية اكسدة الكبريت او انتهائها بعد مرور المدد الزمنية

جدول (5) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الاضافة في متوسط درجة تفاعل التربة (pH) عند الحصاد

الاصناف x مواعيد الاضافة	مستويات الكبريت كغمSهكتار ¹			مواعيد الاضافة		الاصناف
	2000	1000	0	10 اسابيع	ايلول	
8.16	7.73	8.03	8.70	10 اسابيع	ايلول	اباء-99
7.96	7.43	7.87	8.57	6 اسابيع	تشرين الاول	
7.91	7.37	7.97	8.40	2 اسابيع	تشرين الثاني	
8.33	7.80	8.43	8.77	10 اسابيع	ايلول	ابو غريب
8.14	7.33	8.30	8.80	6 اسابيع	تشرين الاول	
8.13	7.27	8.23	8.90	2 اسابيع	تشرين الثاني	
n.s	0.14			L.S.D		
متوسط الاصناف						
8.01	7.51	7.96	8.56	اباء-99		الاصناف x مستويات الكبريت
8.20	7.47	8.32	8.82	ابو غريب		
n.s	0.10			L.S.D		
متوسط مواعيد الاضافة						
8.24	7.77	8.23	8.73	10 اسابيع	ايلول	مواعيد الاضافة x مستويات الكبريت
8.05	7.38	8.08	8.68	6 اسابيع	تشرين الاول	
8.02	7.32	8.10	8.65	2 اسابيع	تشرين الثاني	
0.10	0.1			L.S.D		
	7.49	8.14	8.69	متوسط مستويات الكبريت		
	0.10			L.S.D		

* n.s : non-significant (غير معنوي)

كغمSهكتار¹ لمواعيد الاضافة كافة في ايلول و تشرين الاول و تشرين الثاني معنويا واعطى اقل المتوسطات لهذه الصفة بلغت 7.77 و 7.38 و 7.32 للمواعيد الثلاث بالتتابع وبنسبة انخفاض 11.00% و 14.98% و 15.38% عن معاملة المقارنة وبنسبة 5.59% و 8.66% و 9.63% عن معاملة الاضافة 1000 كغمSهكتار¹ للمواعيد الثلاث للاضافة بالتتابع. وتقوم مستوى الاضافة 1000 كغمSهكتار¹ معنويا على معاملة المقارنة بنسبة انخفاض 5.73% و 6.91% و 6.36% لمواعيد الاضافة في ايلول و تشرين الاول و تشرين الثاني بالتتابع.

التفاعل هذه على ما كانت عليه في مرحلة التزهير فهي تعتبر اقل من قيم متوسطات هذه الصفة بالنسبة للمعاملات التي بدون اضافة، وهذا يدل على دور الكبريت الزراعي في تعديل صفات التربة الكيميائية والفيزيائية ورفع كفاءتها الانتاجية بمرور الزمن على استخدامه. وهذا يتطابق مع ما توصل اليه البياتي وآخرون (2009) الذي لاحظ التأثير الايجابي لاضافة الكبريت ودوره في خفض درجة تفاعل التربة.

تبين نتائج جدول(5) ان هناك تأثير معنوي للتداخل بين مستويات اضافة الكبريت الزراعي الى التربة ومواعيد الاضافة على درجة تفاعل التربة في مرحلة الحصاد، حيث تفوق مستوى الاضافة 2000

انخفاض عن معاملة المقارنة بلغت 11.15% و 13.30% و 12.26% للصف اباء-99 و 11.06% و 16.70% و 18.31% للصف ابو غريب لمواعيد الاضافة في ايلول و تشرين الاول و تشرين الثاني بالتتابع، وبنسبة 3.74% و 5.59% و 7.53% للصف اباء-99 و 7.47% و 11.69% و 11.66% للصف ابو غريب لمواعيد الاضافة الثلاث بالتتابع عن المستوى 1000 كغم/هكتار¹⁻. وتفق مستوى الاضافة 1000 كغم/هكتار¹⁻ معنويا على معاملة المقارنة بنسبة انخفاض 7.70% و 8.17% و 5.12% للصف اباء-99 و 3.88% و 5.68% و 7.53% للصف ابو غريب لمواعيد الاضافة الاول و الثاني والثالث بالتتابع.

لم يكن هناك تأثير معنوي للاصناف على درجة تفاعل التربة عند الحصاد، حيث اشارت النتائج الى عدم وجود فروق معنوية بين الاصناف في تأثيرها على هذه الصفة. كما لم يكن هناك تأثير معنوي للتداخل بين مواعيد الاضافة والاصناف، وهذا يعني ان كل عامل كان مستقلا في تأثيره على العامل الثاني في هذه الصفة (جدول 5).

4- تأثير اضافة الكبريت الزراعي ومواعيد الاضافة في درجة الايصالية الكهربائية (EC) ديسي سيمنز م¹⁻ عند الحصاد على معاملة المقارنة بنسبة 13.68%. ان ذلك قد يعود الى ان زيادة مقدار اضافة الكبريت الى التربة تعمل على زيادة درجة الايصالية الكهربائية بسبب تكوين حامض الكبريتيك بفعل اكسدة الكبريت وزيادة ذوبان بعض المركبات والمعادن واطلاق بعض الايونات المتبادلة نتيجة لإحلال ايون الهيدروجين محلها وزيادة الايصالية الكهربائية في محلول التربة. وهذا يتطابق مع ما توصل اليه جبر وآخرون (2007) و عليوي والشماح (2008) اللذين لاحظوا وجود زيادة معنوية في درجة الايصالية

اثر التداخل بين مستويات الاضافة والاصناف معنويا على درجة تفاعل التربة في مرحلة الحصاد، فقد تفوق مستوى الاضافة 2000 كغم/هكتار¹⁻ للصفين اباء-99 و ابو غريب معنويا واعطيا اقل متوسط لهذه الصفة بلغا 7.51 و 7.47 للصفين اباء-99 و ابو غريب بالتتابع وبنسبة انخفاض 12.27% و 5.65% للصف اباء-99 و 15.31% و 10.22% للصف ابو غريب عن معاملة المقارنة ومعاملة 1000 كغم/هكتار¹⁻ بالتتابع. وتفق المستوى 1000 كغم/هكتار¹⁻ لكلا الصفين معنويا على معاملة المقارنة بنسبة انخفاض بلغت 7.01% و 5.67% للصفين اباء-99 و ابو غريب بالتتابع (جدول 5).

بينت نتائج جدول (5) التأثير المعنوي للتداخل بين اضافة الكبريت ومواعيد الاضافة والاصناف على درجة تفاعل التربة عند مرحلة الحصاد، فقد تفوق مستوى الاضافة 2000 كغم/هكتار¹⁻ لمواعيد الاضافة كافة وللصفين اباء-99 و ابو غريب معنويا واعطى اقل متوسط لهذه الصفة بلغ 7.73 و 7.43 و 7.37 للصف اباء-99 و 7.80 و 7.33 و 7.27 للصف ابو غريب لمواعيد الاضافة الاول والثاني والثالث بالتتابع وبنسبة

اوضحت نتائج جدول (6) وجود تأثير معنوي لمستويات الاضافة في درجة الايصالية الكهربائية للتربة عند مرحلة الحصاد، فقد بينت نتائج جدول 6 تفوق مستوى الاضافة 2000 كغم/هكتار¹⁻ معنويا واعطى اعلى متوسط لدرجة الصفة بلغ 2.96 ديسي سيمنز م¹⁻، قياسا بمعاملة المقارنة التي اعطت اقل متوسط بلغ 2.34 ديسي سيمنز م¹⁻، كانت نسبة الزيادة 26.50%، وتفق المستوى 2000 كغم/هكتار¹⁻ على معاملة 1000 كغم/هكتار¹⁻ بنسبة 11.28%، وتفق الاخير

الكهربائية للتربة عند اضافة الكبريت. والملاحظ من هذه النتائج ان درجة الايصالية الكهربائية عند هذه المرحلة جدول (6) تأثير مستويات الكبريت ومواعيد الاضافة في درجة الايصالية الكهربائية (EC) ديسي سيمنز م⁻¹ عند الحصاد وللمستوى 2000 كغم/هكتار⁻¹ هي اقل مما كانت عليه قبل الزراعة وفي مرحلة التزهير والتي بلغت متوسطاتها

الاصناف × مواعيد الاضافة	مستويات الكبريت كغم/هكتار ⁻¹			مواعيد الاضافة		الاصناف
	2000	1000	0	10 اسابيع	ايلول	
2.70	2.92	2.66	2.52	10 اسابيع	ايلول	اباء-99
2.67	2.97	2.65	2.38	6 اسابيع	تشرين الاول	
2.70	2.97	2.70	2.42	2 اسابيع	تشرين الثاني	
2.60	2.93	2.61	2.27	10 اسابيع	ايلول	ابو غريب
2.62	2.97	2.62	2.25	6 اسابيع	تشرين الاول	
2.65	2.99	2.73	2.22	2 اسابيع	تشرين الثاني	
n.s	n.s			L.S.D		
متوسط الاصناف						
2.69	2.95	2.67	2.44	اباء-99		الاصناف × مستويات الكبريت
2.62	2.96	2.66	2.25	ابو غريب		
n.s	n.s			L.S.D		
متوسط مواعيد الاضافة						
2.65	2.92	2.64	2.40	10 اسابيع	ايلول	مواعيد الاضافة × مستويات الكبريت
2.64	2.97	2.64	2.32	6 اسابيع	تشرين الاول	
2.67	2.98	2.72	2.32	2 اسابيع	تشرين الثاني	
n.s	n.s			L.S.D		
	2.96	2.66	2.34	متوسط مستويات الكبريت		
	0.10			L.S.D		

* n.s : non-significant (غير معنوي)

بينت نتائج جدول (6) عدم وجود تأثير معنوي لمواعيد الاضافة والاصناف على درجة الايصالية الكهربائية، كما لم يكن هناك ايضاً تأثير معنوي للتداخل بين مستويات الكبريت ومواعيد الاضافة وبين المستويات والاصناف وبين مواعيد الاضافة والاصناف وبين المستويات والمواعيد والاصناف على درجة الايصالية الكهربائية في هذه المرحلة. مما يعني ان كل عامل كان مستقلاً في تأثيره عن العامل الثاني في هذه الصفة.

في ذلك الحين 3.30 و 3.24 ديسي سيمنز م⁻¹ للمرحلتين قبل الزراعة ومرحلة التزهير بالتتابع. وهذا يدل على ان اضافة الكبريت الى التربة قد ادت بالنهاية الى خفض درجة الايصالية الكهربائية للتربة بنسب 10.30% و 8.64% للمرحلتين قبل الزراعة وفترة التزهير، وفي نفس الوقت هذا الانخفاض هو دليل على انخفاض كمية الكبريت الموجودة في التربة والذي نتج عنه عودة درجة تفاعل التربة للازدياد وانخفاض في درجة الايصالية الكهربائية مرة اخرى.

المصادر العربية :

- ابو ضاحي ، يوسف محمد ومؤيد احمد اليونس. 1988. دليل تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة بغداد.
- ابو ضاحي، يوسف محمد. 1999. تأثير اضافة الكبريت الرغوي والسماذ الفوسفاتي في جاهزية عنصرى الزنك والنحاس في التربة وتركيزهما في المادة الجافة للاجزاء العليا وحاصل الحبوب ونوعيتها للحنطة (*Triticum activum L.*) مجلة العلوم الزراعية. 30(1): 16-77.
- الاعظمي، زيدون عبد الكريم ونزار يحيى نزهت ومؤيد احمد اليونس. 2001. تقييم كفاءة الكبريت الرغوي في زيادة جاهزية فسفور التربة وسماذ صخر الفوسفات. المؤتمر القطري الاول للتربة والموارد المائية. كلية الزراعة-جامعة بغداد.
- البياتي، علي حسين ابراهيم وبشير حمد عبد الله صولاغ ومؤيد هادي العاني. 2009. تأثير الكثافة النباتية ومستوى اضافة الكبريت الزراعي في نمو وغلة محصول زهرة الشمس تحت الظروف الجافة غربي العراق. المجلة العربية للبيئات الجافة. 2(3): 27-43.
- التحافي، سامي علي عبد المجيد وجبار عباس حسن وداود عبد الله داود. 2005. تأثير اضافة مستويات مختلفة من الكبريت الرغوي في بعض صفات التربة الكيميائية في بساتين العنب. مجلة العلوم الزراعية. 36(6): 23-28.
- جبر، عبد سلمان و حسين محمود شكري وليد فليح حسن الزاهدي. 2007. تأثير الكبريت الزراعي ومخلفات الدواجن والصخر الفوسفاتي في جاهزية الفسفور وبعض العناصر الغذائية ونمو وحاصل حنطة الخبز. مجلة العلوم الزراعية العراقية. 38(2): 60-75.
- جدوع، خضير عباس. 1995. الحنطة حقائق وإرشادات. منشورات وزارة الزراعة. الهيئة العامة للإرشاد والتعاون الزراعي.
- الراوي، خاشع محمود و عبد العزيز محمد خلف الله. 1980. تصميم وتحليل التجارب الزراعية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل.
- راين، جون و جورج اسطفان وعبد الرشيد. 2003. الدليل المختبري لتحليل التربة والمياه. المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة (ايكاردا). الاصدار الاول. مترجم.
- زبون، نجاه حسين. 2006. تأثير مستويات الكبريت والسماذ الفوسفاتي في نمو وحاصل زهرة الشمس (*Helianthus annuus L.*). رسالة ماجستير - كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- عليوي، علي محمد وليث محمد جواد الشماع. 2008. تأثير اضافة الكبريت في درجة حموضة التربة pH ونمو وانتاجية نبات السلجم. مجلة ام سلمة للعلوم. 5(2): 1-6.
- لطيف، احمد عبد الرحيم. 2006. استجابة بعض اصناف من الحنطة لاضافة الكبريت الزراعي والفسفور. اطروحة دكتوراه - كلية الزراعة - جامعة بغداد.
- النعمي، سعد الله نجم عبد الله. 1984. مبادئ تغذية النبات. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. جامعة الموصل. (مترجم).

المصادر الاجنبية :

Jossep, A. R. , S. K. Kavimandan , K. V. B. R. Tilak, and L. Nain. 2013. Response of canola and wheat to amendment of pyrite and sulphur-oxidizing in soil. *J. Agron. Soil Sci.*, 60(3): 367-375.

Page, A. L. ; R. H. Miller and D. R. Keeney .1982. Methods of soil analysis. Part (2). 2nd. ed. Madison, Wisconsin, USA; PP: 1159.

Valdebentio-Rolack, E. H., T. C. Aaya, L. E. Abarzua, N. M. Ruiz-Tagle, K. E. Sossa, G. E. Aroca and H. E. Urrutia. 2011. Thiosulphate oxidation by *Thiobacillus thioparus* and *Halothiobacillus neapolitanus* strains isolated from the petrochemical industry. *Electro. J. Biotechno., Chile Univ.*, 14(1): 1-10.

Brosnan, J. R., and M. E. Brosnan. 2006. The Sulfur-Containing Amino Acids: An Overview. *J. Nutr., Newfoundland Univ.*, 136: 1636 -1640.

F.A.O. 2008. The Statistics Division. United Nation, Rome, Italy.

F.A.O. 2015. The Statistics Division. United Nation, Rome, Italy.

He, H. , J. L. Xia , H. C. Jiang , Y. Yan , C. L. Liang , C. Y. Ma , L. Zheng , Y. D. Zhao, and G. Z. Qiu. 2010. Sulfur Species Investigation in Extra- and Intracellular Sulfur Globules of *Acidithiobacillus Ferrooxidans* and *Acidithiobacillus Caldas*. *J. Geomicro., China Univ.*, 27: 707-713.