تحضير أسمدة حيوية-عضوية باستخدام بعض المخلفات المعدنية والعضوية

ادهام علي عبد* و حمد محمد صالح** و وقاص محمود الجبوري*
كلية الزراعة -جامعة الانبار* كلية الزراعة -جامعة بغداد**

الخلاصة

نفذت الدراسة في مختبرات قسم التربة والموارد المائية كلية الزراعة – جامعة الانبار خلال الفصل الخريفي لعام 2011- 2012 لتحديد أمكانية تحضير كومبوست من خلائط من المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 و40:1 مكونة من تبن الحنطة ومخلفات الدواجن المدعمة بنسبة P 0.46% من نوعين من الصخر الفوسفاتي الخام أو المكلسن وملقحة بأحد الأحياء المذيبة للفسفور التي تم عزلها محليا *Pseudomonas fluorescence* أو *Bacillus pumilus* أو اخرى تم الحصول عليها من المختبرات المحلية *Aspergills niger* وتعريض هذا الخليط الى عملية Composting لمدة شهر وتحت ظروف مثالية من رطوبة ودرجة حرارة وتقليب لتحضير أسمدة حيوية -عضوية وتقييم بعض فعاليتها. بينت النتائج أن أفضل خلطة كانت الخلطة ذات C:N 30:1 والمدعمة بالصخر الفوسفاتي الخام والملقحة بالبكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence* في تحقيق أعلى نسبة لإنتاج الأحماض الدبالية الفولفيك والهيوميك والتي بلغت 11.7 و 12.36% على التتابع وأعلى نسبة للكثافة الميكروبية بلغت $2.037 * 10^{6}$ cfu غم$^{-1}$، وتحققت أعلى نسبة للفسفور الجاهز في الخلطة ذات C:N 30:1 والمدعمة بالصخر الفوسفاتي المكلسن والملقحة بالبكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence*.

Preparation of bio-organic fertilizer from some mineral and organic wastes

I. A. Abed.* H. M. Salih W. M. Aljoboory***
*** Agriculture College Anbar Univ. **Agriculture College Baghdad Univ.**

Abstract

A study was conducted in the laboratories of Soil and Water Resources Department, College of Agriculture ,University of Anbar in the Fall season of 2011-2012 to prepare compost from some organic waste (mixtures of ground wheat straw and chicken wastes) of 30:1 and 40:1 C:N ratio enriched with 0.46% P by weight from either calcinated or raw of phosphate rock and inoculated with one of microbes solubilizing phosphate as that *Pseudomonas fluorescence* or *Bacillus pumilus* or *Aspergills niger*. All these combined materials exposed to the composting process for one month with adequate temperature, moisture and mixing intervals to from bio-organic fertilizer and to make some evaluation of the product.

The results showed that the combination of organic wastes of 30:1 C:N enriched with raw phosphate rock inoculated with *P. fluorescence* gave the highest percent of fulvic and humic acids at the end of composting process which were 11.7% and 12.36% respectively and the highest microbial density ($2.037*10^{6}$cfu.g^{-1}).However, the combination of organic waste of 30:1 C:N enriched with calcinated phosphate rock and inoculated with *P. fluorescence* gave the highest available P.

المقدمة

أن مفاهيم تطوير الزراعة العضوية وحماية البيئة آخذة في الزيادة في مختلف دول العالم ولاشك إن مجال البحث العلمي في الثروة الميكروبية المحلية وإدخالها كوسائل طبيعية في العملية الإنتاجية يتيح الفرصة للحصول على سلالات متأقلمة لظروف البيئات المختلفة ، وانسجاما مع اتجاه العالم نحو تقانات الزراعة النظيفة لتقليل فرص

التلوث لذلك فأن استخدام مواد طبيعية مثل الصخر الفوسفاتي والأحياء المذيبة للفوسفات يعد بديلاً للأسمدة الكيميائية ، إذ أن الزيادة أو التوسع في استخدام الأسمدة الكيميائية يؤدي إلى تلوث البيئة فضلاً على أن عملية أنتاج الأسمدة الكيميائية بحد ذاتها ملوثة للبيئة بما تضيفه مصانعها من غازات وما ينتج من مواد عرضية سائلة وصلبة [2] .

تعد عملية الكمبوست للمواد العضوية قبل ألإضافة إلى الاراضي الزراعية من العمليات المهمة في المناطق الجافة وشبه الجافة وهي من الممارسات المهمة لتسهيل عمليات ألإضافة والتقليل من ألأدغال وتجنب الروائح الناتجة عن عمليات ألإضافة المباشرة إلى التربة[11]، وتمر المخلفات العضوية بمراحل أربع أثناء الاعداد وهي مرحلة المخلفات الطرية والنصف متحللة وشبه المتحللة أو المتعفنة و المخمرة أو المتحللة [22]. ويحدث خلال عملية الكمبوست فقدان للنتروجين والكاربون بحدود 33 و68 % على التتابع والتي تترافق مع نقصان بحدود 21-30 % مادة جافة[11]. تعد نسبة الكاربون إلى النتروجين مقياس مفيد لقياس اثر مختلف التعديلات العضوية وغير العضوية على خصائص التربة[10]. ان هذه النسبة بين 25-1:30 هي النسبة المثلى لتحلل الكمبوست ، إذ لوحظ إنه أذا كانت نسبة الكاربون إلى النتروجين اقل من 20 تكون عملية المعدنة هي السائدة وإذا تجاوزت 30 تسود عملية التمثيل في أجسام الأحياء المجهرية[11].

وجد[9] إن خلط الصخر الفوسفاتي المطحون مع الكومبوست العضوي وبشكل مباشر أدى إلى زيادة فعالية و جاهزية الفسفور في التربة ، كما إن إضافة الإحياء المذيبة للفوسفات مع الأسمدة الفوسفاتية قللت كمية السوبر فوسفات الثلاثي المطلوب إضافته إلى حوالي 25% وكان بالإمكان التعويض أيضا عن 50% من السوبر فوسفات الثلاثي بالصخر الفوسفاتي عند معاملة الأخير بالبكتريا المذيبة للفوسفات [20].

اتجه العالم حديثا إلى استعمال تقانات أسمدة حديثة للتقليل من مشاكل التلوث والاهتمام بتكنولوجيا الزراعة العضوية الحيوية، إذ تستخدم فيها الأسمدة العضوية والكائنات الحية الدقيقة المفيدة من اجل تحسين الإنتاج الزراعي كما ونوعا[1]. تهدف الدراسة إلى عزل بعض أنواع الأحياء المجهرية ذات الكفاءة العالية في إذابة الفسفور من التربة وتشخيصها ومن ثم تحضير خلائط من مخلفات عضوية محلية والصخر الفوسفاتي و تلقيحه بالأحياء المذيبة للفسفور مع التخمير لمدة زمنية لإنتاج سماد حيوي مفيد زراعياً.

المواد وطرائق العمل

جمع النماذج وتحضير العزلات البكتيرية

جمعت عينات تربة من عدة مواقع مختلفة من المنطقة الرايزوسفير لنباتات الباذنجان و الفلفل حار و الوبيا و الباميا و الجت و الدخن و الماش و الطماطة و الحنطة و البطاطا) ومن مناطق الفلوجة والرمادي والجزيرة والصوفية والخالدية والصقلاوية والكرمة والقائم لغرض عزل الأحياء المجهرية المذيبة للفوسفات. تراوح وزن العينة المأخوذة بين (0.5 -1.0) كغم تربة أخذت من العمق(0- 30) سم من سطح التربة بعد إزالة 2 سم من السطح. أجريت عملية عزل البكتريا والفطريات المذيبة للفوسفات من رايزوسفير ورايزوبلين جذور هذه النباتات بتقنية التخافيف العشرية وصب الأطباق[18] إذ صب 1 مل من تلك التخافيف في أطباق بتري معقمة محتوية على وسط pikovskaya's [7] معقم بالمؤصدة على درجة 121 مْ وضغط 1.5 جو لمدة 15 دقيقة ثم حضنت الأطباق في درجة حرارة 28±2 لمدة 72 ساعة في الحاضنة وللتعرف على المستعمرات البكتيرية والفطرية المذيبة للفوسفات والتي أمكن تميزها بتكوينها هاله شفافة رائقة حول مستعمراتها كدلالة على إذابة الراسب الفوسفاتي المتكون [21]. كما اختبرت قابلية تلك العزلات في إذابة الفسفور بعمل معلق من تلك العزلات في وسط المرق المغذي في أنابيب

اختبار ولقحت أطباق بتري معقمة محتوية على وسط pikovskaya's وبثلاث مكررات لكل عزلة حضنت الأطباق عند نفس درجة الحرارة المذكورة أعلاه ولنفس الوقت المشار أليه بعد انتهاء التحضين تم قياس قطر الهالة الشفافة حول المستعمرة. عزلت المستعمرات المذكورة وأعيد زراعتها على وسط الاكار المغذي المائل لغرض استعمالها في التجارب اللاحقة شخصت البكتريا المعزولة في مركز التقانات الغذائية والإحيائية في مختبرات وزارة العلوم والتكنولوجيا حسب المراجع العلمية(12) . وقد اشتملت فحوصات التشخيص على الخواص المزرعية و الفحوصات المجهرية و فحوصات الإنزيمات و الاختبارات الكيموحيوية كما تم الحصول على العزلة الفطرية *A.niger* من قسم وقاية النبات كلية الزراعة جامعة الانبار. حضرت نوعين من المواد العضوية شملت تبن الحنطة ومخلفات الدواجن والتي جمعت من احد حقول كلية الزراعة ويبين الجدول (1) بعض مكوناتها الكيميائية.

جدول1. بعض مكونات المواد العضوية المستخدمة

الصفات		المخلفات العضوية	
		قش الحنطة	مخلفات دواجن
الكربون العضوي	غم كغم$^{-1}$	470	320
النتروجين		8.39	17.77
C : N		56.0:1	18.0:1
الفسفور	غم كغم$^{-1}$	0.19	11.8
البوتاسيوم		0.81	18.9
الحديد	غم كغم$^{-1}$	0.07	0.82
الزنك		0.08	0.11

أخذت هذه المواد كلا على انفراد إذ تم تقطيع تبن الحنطة إلى أجزاء صغيرة ، أما مخلفات الدواجن فنقيت من الحصى والمواد الغريبة ثم نخلت بمنخل قطر فتحاته 4 ملم ونقلت إلى موقع التجربة . تم الحصول على الصخر الفوسفاتي بنوعيه الخام و المكلسن والذي استعمل في التجربة من الشركة العامة للفوسفات في قضاء القائم – محافظة الانبار، والجدول(2) يبين بعض خواصه ومكوناته الأساسية.

جدول 2. بعض مواصفات الصخر الفوسفاتي*

المكونات غم . كغم$^{-1}$ صخر	خام	مكلسن
P	88.6	130
$CaCO_3$	302	50
F	3.2	2.5
S	15.2	6.2
SiO_2	23.8	31.2
Fe	14.6	23.2

*الشركة العامة للفوسفات القائم عكاشات.

تحضير الخلطات

جهز 150 كغم من تبن الحنطة وغمر في الماء لغرض إزالة الأتربة وترك في ماء النقع لمدة كافية بعدها نشر تبن الحنطة على أرضية كونكريتية معقمة للتخلص من الماء الزائد وتقليل نسبة الرطوبة إلى حوالي 50% على أساس الوزن ، كما حضر 70 كغم من مخلفات الدواجن مع 10 كغم من الصخر الفوسفاتي الخام و10 كغم من الصخر الفوسفاتي المكلسن وعقمت بالمؤصدة على درجة 121 مْ وضغط 1.5 جو لمدة 15 دقيقة . تم خلط أوزان معينة من

تبن الحنطة مع أوزان معينة من مخلفات الدواجن وبالاعتماد على نسبة C:N لكل منهما كونت 12 خلطة 6 منها ذات C:N 30:1 و6 المتبقية ذات C:N 40:1 عوملت تلك الخلطات بالصخر الفوسفاتي الخام مرة وأخرى بالصخر الفوسفاتي المكلسن لتكوين خلطة ذات وزن 5 كغم ، تحتوي على P 0.46 % وزناً.

ومن المعاملات المجودة في جدول 1 و2 ولغرض تحضير 5 كغم خلطة من تبن الحنطة ومخلفات الدواجن وذات:-

خلطة C:N 40:1 وتحتوي P 0.46 % من الصخر الفوسفاتي الخام

- تم خلط 3518 غم تبن حنطة + 1222 غم مخلفات دواجن + 260 غم صخر فوسفاتي خام

وخلطة ذات 30:1C:N و P 0.46 % وزناً من الصخر الفوسفاتي الخام

- تم خلط 2364 غم من تبن الحنطة + 2372 غم من مخلفات الدواجن + 260 غم صخر فوسفاتي خام

وخلطة ذات 40:1C:N و P 0.46 % وزناً من الصخر الفوسفاتي المكلسن

- تم خلط 3613غم من تبن الحنطة + 1212 غم من مخلفات الدواجن + 175 غم صخر فوسفاتي مكلسن

وخلطة ذات 30:1C:N و P 0.46 % وزناً من الصخر الفوسفاتي المكلسن

- تم خلط 2413 غم تبن حنطة + 2412 غم مخلفات دواجن + 175 غم صخر فوسفاتي مكلسن

وضعت الخلطات في أكياس بلاستيكية شفافة ذات أبعاد 110 وقطر 70سم وبمعدل 5 كغم من كل خلطة على أساس الوزن الجاف ، لقحت الخلطات باللقاح الفطري *A.niger* أو البكتيري *P. fluorescence* و*B. pumilus* المعد سابقا وحسب المعاملات وكلا على انفراد وذلك بالرش بمحلول اللقاح إذ رش اللقاح على الخلطات بشكل متكرر وبشكل طبقات متبادلة وبشكل متجانس مع مراعاة عدم مليء الكيس وترك أكثر من نصفه فارغ للتهوية نقلت الأكياس الحاوية على الخلطات إلى بيت بلاستيكي صغير مزود بمدفأة لرفع درجة الحرارة إلى 30 مْ لأجل إخضاع الخلطات إلى عملية تحلل هوائي ولمدة شهر واحد وذلك بتوفير مستوى مناسب من الرطوبة بإضافة الماء المعقم المقطر للخلطات وتقليبها كل ثلاثة أيام. أصبحت معاملات التجربة :- مخلفات عضوية من تبن الحنطة + مخلفات الدواجن ذات (C:N 30:1 و 40:1) X صخر فوسفاتي (مكلسن أو خام) X ثلاث أنواع من الأحياء المجهرية (*Aspergills niger* و *Pseudomonas fluorescence* و *Bacillus pumilus*) وكررت كل معاملة ثلاث مرات ليصل عدد الوحدات التجريبية 36 كيس جدول 3.

فحصت الخلطات في نهاية مدة التخمير وذلك بتحضير مستخلص بنسبة 10:1(مكونات الخلطة : ماء مقطر) تم تقدير الفسفور في الخلطات وذلك بعد تجفيفه على درجة حرارة 65-70 مْ وباستعمال طريقة الهضم الرطب ووفق الطريقة الموضحة في[15]. قدر العدد الكلي للأحياء المجهرية في نهاية التجربة في كل خلطة وذلك بأجراء سلسلة تخافيف بعمل معلق لكل خلطة ولغاية 10^{-6} ثم صبت تلك التخفيفات في أطباق معقمة حاوية على وسط الاكار المغذي Nutrient Agar وبعدها حضنت في درجة حرارة 28 ±2 لمدة 72 ساعة بعد انتهاء التحضين حسب عدد الخلايا النامية في كل طبق مضروباً في مقلوب التخفيف[6] . قدرت الأحماض الدبالية في الخلطات بعد التخمير باستعمال هيدروكسيد الصوديوم 0.1 عياري وفصل حامض الهيوميك عن حامض الفولفيك عن طريق ترسيب الأول بوساطة حامض الهيدروكلوريك 2 عياري بجهاز الطرد المركزي ، وجفف حامض الهيوميك والفولفيك على درجة حرارة 40 مْ كلا على انفراد بعد فصلهما وفقاً لطريقة [17]. حللت النتائج حسب تصميم CRD وبثلاثة عوامل وقورنت المتوسطات لحساب اقل فرق معنوي L.S.D وعند مستوى احتمال (5%) وباستعمال البرنامج Gene state (2012) في التحليل الإحصائي .

جدول 3 . معاملات التجربة المختبرية

نسبة C:Nللمواد العضوية	نوع الصخر الفوسفاتي	نوع اللقاح
30:1	خام	***A. niger***
		P.fluorescence
		B.pumilus
	مكلسن	***A. niger***
		P. fluorescence
		B. pumilus
40:1	خام	***A. niger***
		P. fluorescence
		B. pumilus
	مكلسن	***A. niger***
		P. fluorescence
		B. pumilus

النتائج والمناقشة

تأثير المعاملات في تكوين الأحماض العضوية الدبالية

حامض الفولفيك

لوحظ من النتائج في جدول 4 وجود ارتفاع معنوي في نسبة حامض الفولفيك في معاملة المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 إذ بلغت 8.75% مقارنة بمعاملة المخلفات العضوية ذات C:N 40:1 التي بلغت النسبة فيها 6.85% وبنسبة زيادة قدرها 21.5 % ، كما لوحظ وجود فروق معنوية في نسبة حامض الفولفيك بين معاملات نوع الصخر الفوسفاتي والتي بلغت متوسطها 7.57% للصخر الفوسفاتي الخام و 8.01% للصخر الفوسفاتي المكلسن، كذلك لوحظ من الجدول وجود فروق معنوية في نسبة حامض الفولفيك بين معاملات نوع اللقاح الميكروبي إذ بلغ أعلى معدل لتلك للنسبة 10.00% عند المعاملة الملقحة بالبكتريا المذيبة للفسفور *P fluorescence*.

اظهر التداخل الثنائي بين C:N للمخلفات العضوية ونوع الصخر الفوسفاتي المستعمل تأثير معنوي في النسبة المئوية لحامض الفولفيك إذ بلغ أعلى معدل للنسبة المئوية لحامض الفولفيك في معاملة التداخل بين الصخر الفوسفاتي المكلسن والمخلفات العضوية ذات C:N 30:1 والبالغة 10.05%، كما لوحظ وجود فروق معنوية في النسبة المئوية لحامض الفولفيك للتداخل الثنائي بين نسبة C:N في المخلفات العضوية ونوع اللقاح إذ بلغ أعلى متوسط لنسبة حامض الفولفك 11.43% عند تلقيح الخلطة ذات C:N 30:1 بالبكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence*، كما اظهر التداخل الثنائي أيضا بين نوع الصخر الفوسفاتي المستعمل ونوع اللقاح الميكروبي فروق معنوية في النسبة المئوية لحامض الفولفيك إذ بلغ أعلى متوسط لحامض الفولفيك في معاملة

التداخل بين الصخر الفوسفاتي الخام و البكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence* والتي بلغ عندها نسبة الفولفيك 11.10%.

اظهر التداخل الثلاثي بين المعاملات فروق معنوية في النسبة المئوية لحامض الفولفيك إذ بلغ أعلى معدل متوسط لنسبة حامض الفولفيك في معاملة الصخر الفوسفاتي الخام مع الخلطة ذات C:N 30:1 والملقحة بالبكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence* والتي بلغت نسبة حامض الفولفيك عندها11.70%.

جدول4. تأثير نسبة C: N للمخلفات العضوية ونوع الصخر الفوسفاتي ونوع اللقاح في النسب المئوية للحامض الدبالي الفولفيك في نهاية التحلل الهوائي

معاملات C:N	Rp خام			Rp مكلسن			متوسط تأثير C:N
	A. niger	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	
30:1	5.70	11.70	4.84	10.18	11.16	8.81	8.73
40:1	6.83	11.50	5.86	5.74	6.64	5.52	6.85
متوسط تأثير الصخر	7.57			8.01			
متوسط تأثير الأحياء	7.11		10.00		6.25		
L.S.D(0.05)	C:N = 0.069 Rocks = 0.069 Microbes =0.084 C:N x Rocks x Microbes = 0.169						

C:N x Rocks	C:N	Rp خام	Rp مكلسن	L.S.D(0.05) C:N x R = 0.097
	30:1	7.41	10.05	
	40:1	7.73	5.97	

C:Nx Microbes	C:N	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	L.S.D(0.05) C:Nx Microbes 0.1195 =
	30:1	7.94	11.43	6.82	
	40:1	6.28	8.57	5.69	

Rocks x Microbes	Rocks	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	L.S.D(0.05) Rocks x Microbes = 0.119
	Rp خام	6.27	11.10	5.35	
	Rp مكلسن	7.96	8.90	7.16	

حامض الهيوميك

بينت نتائج جدول 5 حصول ارتفاع معنوي في نسبة حامض الهيوميك في معاملة المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 إذ بلغت 9.06% مقارنة بمعاملة الخلط ذات C:N 40:1 التي بلغت فيها نسبة حامض الهيوميك 6.95% وبنسبة زيادة قدرها 23.2 % ، كما لوحظ من الجدول وجود فروق معنوية بين معاملات الصخر الفوسفاتي في نسبة حامض الهيوميك والتي بلغت 7.91% في معاملة الصخر الفوسفاتي الخام كما وأصبحت 8.11% للصخر الفوسفاتي المكلسن ، لوحظ كذلك وجود فروق معنوية في نسبة حامض الهيوميك بين معاملات نوع اللقاح الميكروبي إذ بلغ أعلى متوسط للنسبة المئوية لحامض الهيوميك 10.26% عند التلقيح بالبكتريا المذيبة للفسفور *P . fluorescence*.

جدول5. تأثير نسبة C: N في المخلفات العضوية ونوع الصخر الفوسفاتي ونوع اللقاح في النسب المئوية للحامض الدبالي الهيوميك في نهاية التحلل الهوائي

معاملات C:N	خام Rp			مكلسن Rp			متوسط تأثير C:N
	A. niger	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	
30:1	5.86	12.36	4.94	10.65	11.65	8.94	9.06
40:1	7.15	11.09	6.06	5.81	5.95	5.68	6.95
متوسط تأثير الصخر	7.91			8.11			
متوسط تأثير الأحياء	6.40	10.26	7.36				
L.S.D(0.05)	C:N = 0.063 Rocks = 0.063 Microbes =0.077 C:N x Rocks x Microbes = 0.154						

C:N x Rocks	C:N	خام Rp	مكلسن Rp	L.S.D(0.05) C:N x R = 0.089
	30:1	10.41	7.72	
	40:1	5.81	8.10	

C:N x Microbes	C:N	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	L.S.D(0.05) C:N x Microbes 0.109 =
	30:1	8.25	12.01	6.94	
	40:1	6.48	8.52	5.87	

Rocks x Microbes	Rocks	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	L.S.D(0.05) Rocks x Microbes = 0.109
	خام Rp	6.50	11.72	5.50	
	مكلسن Rp	8.23	8.80	7.31	

اظهر التداخل الثنائي لنسبة الخلط C:N في المخلفات العضوية ونوع الصخر الفوسفاتي المستعمل وجود فروق معنوية في النسبة المئوية لحامض الهيوميك إذ بلغت أعلى نسبة 10.41% في معاملة التداخل للصخر الفوسفاتي الخام ومعاملة المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 ، كما أظهر التداخل الثنائي بين الخلط C:N للمخلفات العضوية ونوع اللقاح تأثير معنوي في متوسطة حامض الهيومك إذ بلغت أعلى نسبة مئوية لحامض الهيوميك 12.01% عند تلقيح المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 بالبكتريا المذيبة للفسفور *P . fluorescence* ، كما وجدت فروق معنوية لتأثير التداخل الثنائي بين معاملات نوع الصخر الفوسفاتي المستعمل ونوع اللقاح الميكروبي إذ بلغت أعلى نسبة لحامض الهيوميك 11.72 في معاملة الصخر الفوسفاتي الخام الملقحة بالبكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence* .

اظهر التداخل الثلاثي تأثير معنوي في النسبة المئوية لحامض الهيوميك إذ بلغ أعلى متوسط للنسبة في معاملة التداخل بين الصخر الفوسفاتي الخام والمخلفات العضوية ذات C:N 30:1 والملقحة بالبكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence* والتي بلغت عندها متوسط نسبة حامض الهيومك 12.36%.

يمكن أن تعزى ارتفاع نسبة الأحماض الدبالية في معاملة الصخر الفوسفاتي الخام والمخلفات العضوية ذات نسبة C:N 30:1 إلى سرعة عملية المعدنة والتحلل فكلما زاد نشاط الاحياء الدقيقة كلما كان التحلل للمخلفات

العضوية اسرع مما يؤدي إلى أنتاج أحماض عضوية والتي تعد من أهم العوامل في إذابة مركبات الفوسفات غير الذائبة، كما يعد أنتاج الأحماض الدبالية الآليات الرئيسة لإذابة الفوسفات المعدنية[16]. يمكن تفسير سبب تباين العزلات في أنتاج الأحماض العضوية وملاحظة تفوق البكتريا المذيبة للفسفور *P. fluorescence* في أنتاج الأحماض الدبالية إلى نشاط هذه البكتريا في مثل هذه الظروف والى طبيعة ونوع الحامض العضوي المنتج .

تأثير المعاملات في تركيز الفسفور

توضح النتائج في الجدول 6 وجود تأثير معنوي لنسبة C:N في المخلفات العضوية ونوعية الصخر الفوسفاتي ونوعية اللقاح الميكروبي في تركيز الفسفور ملغم كغم$^{-1}$ في الخلطات، إذ لوحظ حصول ارتفاع معنوي في تركيز الفسفور في معاملة المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 ليصل 4441.5 ملغم كغم$^{-1}$ مقارنة بمعاملة المخلفات العضوية ذات C:N 40:1 والتي بلغ التركيز للفسفور فيها 4094.9 ملغم كغم$^{-1}$ وبنسبة زيادة قدرها 7.8% كما يمكن ملاحظة وجود تأثير معنوي لنوع الصخر الفوسفاتي إذ كان معدل تركيز الفسفور في معاملتي الصخر الفوسفاتي الخام و المكلسن 4545.5 و 3990.9 ملغم كغم$^{-1}$ على التتابع، كذلك لوحظ وجود فروق معنوية في متوسط تركيز الفسفور بين معاملات نوع اللقاح الميكروبي إذ بلغ أعلى متوسط لتركيز الفسفور 4965.6 ملغم كغم$^{-1}$ عند التلقيح بالبكتريا المذيبة للفسفور *B. pumilus* تلتها بكتريا *P. fluorescence* والتي بلغ تركيز الفسفور لها 4286.8 ملغم كغم$^{-1}$ بينما بلغ اقل معدل لتركيز الفسفور 3552.2 ملغم كغم$^{-1}$ مع المعاملة الملقحة بالفطر *A. niger* .

جدول 6. تأثير نسبة C:N في المخلفات العضوية ونوع الصخر الفوسفاتي ونوع اللقاح في تركيز الفسفور ملغم كغم$^{-1}$ للمعاملات في نهاية التحلل الهوائي

معاملات C:N	Rp خام			Rp مكلسن			متوسط تأثير C:N
	A. niger	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	
30:1	3857.0	3462.3	5348.7	3860.0	5647.0	4474.0	4441.5
40:1	4088.0	5267.0	5248.0	2403.0	2770.0	4791.7	4094.9
متوسط تأثير الصخر	4545.5			3990.9			
متوسط تأثير الأحياء	3552.0		4286.8		4965.6		
L.S.D(0.05)	C:N = 32.17 Rocks =32.17 Microbes =39.40 C:N x Rocks x Microbes = 78.80						

C:N x Rocks	C:N	Rp خام	Rp مكلسن	L.S.D(0.05) C:N x R =45.50
	30:1	4222.7	4660.3	
	40:1	4867.7	3321.6	

C:N x Microbes	C:N	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	L.S.D(0.05) C:N x Microbes = 55.72
	30:1	3858.5	4554.7	4911.3	
	40:1	3245.5	4018.5	5019.8	

Rocks x Microbes	Rocks	*A. niger*	*P. fluorescence*	*B. pumilus*	L.S.D(0.05) Rocks x Microbes =55.86
	Rp خام	3972.5	4364.7	5298.3	
	Rp مكلسن	3131.5	4208.5	4632.8	

اظهر التداخل الثنائي بين C:N للمخلفات العضوية والصخر الفوسفاتي المستعمل وجود فروق معنوية إذ بلغ أعلى معدل لتركيز الفسفور 4867.7 ملغم كغم$^{-1}$ عند التداخل بين المعاملة ذات C:N 40:1 في المخلفات العضوية والصخر الفوسفاتي الخام، كما اظهر التداخل الثنائي بين معاملات المخلفات العضوية ذات C:N ونوع اللقاح الميكروبي تأثير معنوي في تركيز الفسفور إذ حقق التلقيح بالفطر *A. niger* لمعاملة المخلفات العضوية ذات C:N 40:1 أعلى تركيز للفسفور بلغ 5019.8 ملغم كغم$^{-1}$، كما يلاحظ وجود فروق معنوية بين معاملات التداخل الثنائي لمعاملات الصخر الفوسفاتي و نوع اللقاح الميكروبي إذ بلغ أعلى تركيز للفسفور 5298.3 ملغم كغم$^{-1}$ في معاملة الصخر الفوسفاتي الخام والملقح بالبكتريا المذيبة للفسفور *B. pumilus* .

كذلك اظهر التداخل الثلاثي تأثير معنوي في تركيز الفسفور إذ بلغ أعلى تركيز للفسفور 5647.0 ملغم كغم$^{-1}$ عند معاملة التداخل بين الصخر الفوسفاتي المكلسن ومعاملة المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 والتلقيح بالبكتريا *B. pumilus*.

يمكن تفسير زيادة تركيز الفسفور باختلاف نسبة C:N للمخلفات العضوية والصخر الفوسفاتي المستعمل وتداخلهما إلى أن المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 تكون أسرع في عملية التحلل والمعدنة من المخلفات العضوية ذات C:N 40:1 إذ أن التحلل للمخلفات العضوية يزداد مع زيادة النتروجين فيها وينخفض بزيادة الكاربون[19]. وكلما كان التحلل أسرع زاد من نشاط الكائنات الدقيقة ومن ثم زيادة النشاط الميكروبي وبالتالي زيادة نشاط الأنزيمات الميكروبية[14]. كما لوحظ من الجدول زيادة تركيز الفسفور في الصخر الفوسفاتي الخام أكثر من الصخر الفوسفاتي المكلسن ويمكن تفسير ذلك إلى طبيعة وقوة ربط الفوسفات بمكونات مصدر الفسفور المستعمل بالرغم من انخفاض نسبة الكلس في الصخور الفسفورية المكلسنة. كما لوحظ من الجدول أن هناك تبايناً واضحاً بين هذه العزلات في معدل تركيز الفسفور وقد يعود ذلك إلى تباين أنتاجها للأحماض العضوية كماً نوعاً والتي تسهم في إذابة مركبات الفوسفات فضلاً عن امتلاك العزلات نفسها القدرة على إذابة هذه المركبات عن طريق الأنزيمات مباشرة[4] وهذا يتفق مع[5]. كما لوحظ وجود زيادة في تركيز الفسفور في التداخل الثلاثي بين نسبة C:N في المخلفات العضوية والصخر الفوسفاتي المستعمل ونوع اللقاح الميكروبي ويعزى ذلك إلى أن وجود المخلفات العضوية المتحللة والمادة الخاضعة لعمل الأحياء(الصخر الفوسفاتي) هي ظروف ملائمة لعمل الأحياء المذيبة للفوسفات عن طريق إفراز أحماض عضوية أو خفض الرقم الهيدروجيني للوسط أو الخلب أو إفراز أنزيمات لمعدنة الفسفور العضوي أو تحطم المادة العضوية[13] والتي أدت إلى زيادة تركيز الفوسفات أو تحرير الفوسفات بهيئة معدنية من الجزء العضوي خلال المعدنة أو الإذابة أو منع الفوسفات من الحجز بواسطة كاربونات الكالسيوم[5].

الكثافة العددية للأحياء

يبين الجدول 7 تأثير نسبة C:N في المخلفات العضوية ونوع الصخر الفوسفاتي المستعمل ونوع اللقاح الميكروبي في الكثافة العددية للأحياء المجهرية في المعاملات المختلفة، إذ لوحظ حصول ارتفاع معنوي في الكثافة العددية في معاملة المخلفات العضوية ذات C:N 30:1 إذ بلغت الكثافة العددية فيها $1.95 * 10^6$ cfu غم$^{-1}$ مقارنة بمحتوى معاملة المخلفات العضوية ذات C:N 40:1 التي بلغت فيها الكثافة العددية $1.872 * 10^6$ cfu غم$^{-1}$ إذ حصل ارتفاع بنسبة 4.1%. وتبين أن اختلاف نوع الصخر الفوسفاتي لم يؤثر معنويا في زيادة الكثافة العددية للأحياء إذ بلغت اعدادها 1.912 و $1.910 * 10^6$ cfu غم$^{-1}$ للصخر الفوسفاتي الخام والمكلسن على التتابع ، كما لم يؤثر نوع اللقاح الميكروبي في الكثافة العددية إذ تراوح أعلى معدل للكثافة العددية $1.934 * 10^6$ cfu غم$^{-1}$ من قبل البكتريا المذيبة للفسفور *B. pumilus* .

اظهر التداخل الثنائي بين نوع الصخر الفوسفاتي المستعمل ونوع اللقاح الميكروبي وجود فروق معنوية في الكثافة العددية للاحياء إذ بلغ أعلى معدل للكثافة العددية للأحياء في معاملة الصخر الفوسفاتي الخام والملقحة بالبكتريا المذيبة للفسفور بكتريا *P. fluorescence* والتي بلغت فيها الكثافة للاحياء $1.945 * 10^{6}$ cfu غم$^{-1}$.
اظهر التداخل الثلاثي أعلى معدلات للكثافة العددية بلغت$2.037 * 10^{6}$ cfu غم$^{-1}$ عند تلقيح المعاملة المضاف لها الصخر الفوسفاتي الخام ذات المخلفات العضوية ومخلفات عضوية ذات لبكتريا المذيبة للفسفور بكتريا *P. fluorescence* .

جدول 7. تأثير نسبة C:N ونوع الصخر الفوسفاتي ونوع اللقاح في الكثافة العددية للإحياء * 10^{6} cfu غم$^{-1}$ للخلطات نهاية التخمر

متوسط تأثير C:N	Rp مكلسن			Rp خام			معاملات C:N
	B. pumilus	*P. fluorescence*	*A. niger*	*B. pumilus*	*P. fluorescence*	*A. niger*	
1.950	1.973	1.877	1.940	1.983	2.037	1.890	30:1
1.872	1.907	1.793	1.970	1.873	1.853	1.833	40:1
	1.910			1.912			متوسط تأثير الصخر
	1.934		1.890		1.908		متوسط تأثير الأحياء
C:N = 0.0570 Rocks = 0.0570(n.s) Microbes = 0.0698 C:N x Rocks x Microbes = 0.1396							L.S.D(0.05)

L.S.D(0.05)	Rp مكلسن	Rp خام	C:N	
L.S.D(0.05) C:N x R =0.0806	1.930	1.970	30:1	C:N x Rocks
	1.890	1.853	40:1	

L.S.D(0.05)	*B. pumilus*	*P. fluorescence*	*A. niger*	C:N	
L.S.D(0.05) C:N x Microbes = 0.0987	1.978	1.957	1.915	30:1	C:N x Microbes
	1.890	1.823	1.902	40:1	

L.S.D(0.05)	*B. pumilus*	*P. fluorescence*	*A. niger*	Rocks	
L.S.D(0.05) Rocks x Microbes =0.0987	1.928	1.945	1.862	Rp خام	Rocks x Microbes
	1.940	1.835	1.955	Rp مكلسن	

أن الاختلاف في كثافة الأحياء المجهرية قد يكون مرتبط بشكل مباشر بما توفره المادة العضوية من مصادر الكاربون والطاقة التي تحتاجها الأحياء مختلفة التغذية في نموها (زيادة في أعدادها) وفي فعاليتها([24]) او ربما يعزى إلى التنافس الذي يمكن أن يحصل على المواد الغذائية النافذة أو المستهلكة أو المكان أو الاوكسجين إذ تحصل الأحياء المجهرية على ما تبقى من المواد الغذائية ، وتسود كائنات دقيقة معينة من خلال قدرتها على الاستخدام الأمثل للعوامل المحددة في البيئة[3].

المصادر

1. زكي، لبنى نوح أمين و محمد محمود عبد الحليم(2007). استخدام الكائنات الحية الدقيقة النافعة في الزراعة (المخصب E.M). ورشة العمل الإقليمية لاستخدامات مادة .E.M وإعادة تدوير مخلفات الزراعية بالتعاون مع مؤسسة EMRO اليابانية، القاهرة.

2. الوهيبي، محمد بن حمد .2008. بكتريا المحيط الجذري المنشطة لنمو النبات . المجلة السعودية للعلوم المايكروبايلوجية مجلد (15) عدد (3).

3.Alexander, M.1977.Introduction to Soil Microbiology.

4.Babu-Khan, Si ; T.C. Yeo ; W.L. Martin ; M.R. Duron ; R.D. Rogeres and A.H. Goldstein . 1995. Cloning on a mineral phosphate solubilizing gene from Pseudomonas cepacia . Applied and environmental. Microbiology (USA) Mar. V.61(3) P.972-978.

5.Banik, S. and B. K. Dey.1981. Solubilization of organic phosphates & production of organic acids by microorganism isolated in sucrose calcium phosphate Agarplates. Zentrabl Bacteriol. 11.Abt. 136:478-486.

6.Baysal, E. ; Yigitbasi, O. N. ; Colak, M. ; Toker, H. ; Simsek, H. and Yilmaz, F.(2007). Cultivation of Agaricus bisporus on some Compost Formulas and Locally Available Casing Materials. Part 1: Wheat Straw Based Compost Formulas and Locally Available Casing Materials. Afr. J. Biotechnol., 6(1):2225-2230.

7.Black, C. A.1965.Methods of Soil Analysis Amer. Soc. of Agron. Inc.

8.Gaur, A. C.1981.Phospho-microorganism and varians transformation In compost Technology .Project Field Document No.13 FAO , Rome, Italy. P.106-111.

9.Gupta, R.D. ; K.R. Bhardwaj ; B. C. Marwah and B.R.Tripath.1986. Occurrence of phosphate dissolving bacteria in some soils of nprth-west Himalayas under varying biosequence & climosequence. J. Indian. Soc. Soil Sci. Vol. 34:498-504.

10. Habib, L. ; S.H. Chien ; G.Carmona & J. Henao. 1999. Rape response to a Syrian phosphate rock and its mixture with triple superphosphate on a limed alkaline soil. Com. Soil Sci. Plant Anal., 30: 449–456.

11. Haney, R.L. ; A.J. Franzluebbers ; E.B. Porter ; F.M. Hons and D.A. Zuberer . 2004. Soil Carbon and Nitrogen Mineralization . Soil Sci. Soc. Am. J., 68, 489.

12. Havlin, J. L. ; J. D. Beaton ; S. L. Tisdale and W. L. Nelson . 2005. Soil fertility and fertilizers :7th ed. An introduction to nutrient management .Upper Saddle River –New Jersey –U.S.A.

13. Holt, J. G. ; N.R. Krig ; P.H.A. Sneath ; J.J. Staly and S.T. Willimas . 1994. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology .9th.U.S.A.

14. Jesus, J. P. F. ; Kohori, C. B. ; Andrade, M. C. N. and Minhoni, M. T.I.(2013). Yield of different white button strains in sugar cane by product-based composts. African Journal of Agricultural Research. ISSN 1991-637X. http://www.academicjournals.org/AJAR/ .[Accessed May 7, 2013].

15. McGill WB, Cole CV .1981. Comparative aspects of cycling of organic C, N, S and P through soil organic matter. Geoderma 26:267–268.

16. Neweigy, N.A. ; A. Ehsan ; R. A. Hanafy Zaghlouland H. El-Sayeda. 1997. Response of sorghum to inoculation with Azospirillum, organic, and

inorganic fertilization in the presence of phosphate solubilizing microorganisms. Annals of Agric. Sci. Moshtohor, 35(3), 1383-1401.

17. Page, A. L. 1982. Method of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties. Am. Soc. of Agron. Madison, Wisconsin.
18. Rodriguez, H. and R. Fraga . 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol Adv 17 : 319-335.
19. Schnitzer, M. and K. Ghosh .1982. Characteristics of water-soluble fulvic acid-copper and fulvic acid-iron complexes. Soil Sci. 134:354-363.
20. Sharma, K.2005. Manual of Microbiology . Isolation ,Purification and Identification of Bacteria .Ane Books Pub. New Delhi, P.41.
21. Stevenson, F. J. 1982. Extraction, fractionation and general chemical composition of soil organic matter. in F. J. Stevenson, 1982. Humus chemistry. Genesis.
22. Surendra Singh , R.N : Singh , Jauardan and Binod Kumar .2002. Effect of green manuring, FYM and biofertilizer in relation to fertilizer nitrogen on yield and major nutrient uptake by upland Rice. J. Indian Soc. Soil Sci. 50(3): 313-314.
23. Vyas, P. ; P. Rahi and A. Chauhan .2007. Phosphate solubilization potential and stress tolerance of Eupenicillium Parvum from tea Soil .Mycol Res.111:931-938.
24. Wainwright, M. ; W. Nevell, and S. J. Grayston .1986. Effect of organic matter on sulfur oxidation in soil and influence of sulfur oxidation on soil nitrification. Plant Soil.96:369-376.
25. Yagodin, B. A. 1984. Agricultural chemistry. Part 2. Mir pub. Moscow.