ISSN: 1991-8941

تأثير طريقة التخمير والتجهيز بالصخر الفوسفاتي في تدوير المخلفات العضوية الصلبة للمنازل الى اسمدة عضوية

ادهام علي عبد * حسن بردان اسود ** نوري حمد ارزيج***

*جامعة الأنبار –مركز دراسات الصحراء

** الجامعة التقنية الوسطى

*** جامعة الانبار – كلية الزراعة

الخلاصة

جمعت كمية من النفايات العضوية الصلبة المنزلية لغرض تدويرها حيويا لانتاج اسمدة عضوية وتقيم السماد المنتج، تضمن العمل تحضير خلطة من المخلفات العضوية التي تم فرزها من المخلفات التي جمعت، وحضرت خلطة ذاتC:N1:30 وذلك بتدعيم مكونات المخلفات من سماد اليوريا. خمرت الخلطة بطريقتي تخمير هوائي و لاهوائي، بعد ان لقحت كل خلطة 5% من لقاح تربة نشطة اخذ من سطح وعمق التربة الزراعية، خمرت المخلفات باستعمال قناني بلاستك مضغوط حجم 25 لتر، لمدة 60 يوم. ثم استكمل التخمير لمدة 30 يوم اخرى بعد ان جهزت الخلطات بمستويين 0% و20% من الصخر الفوسفاتي الخام (RP). كانت اهم النتائج: انخفاض كمية الكاربون وزيادة تركيز النتروجين في مكونات الخلطات بعد نهاية مرحلة التخمير وبلغت اعلى نسبة انخفاض للكاربون 40% مع معاملة التخمير الهوائي وتجهيز RP20% مع وجود اعلى محتوى ميكروبي كلي ومثبت للنتروجين ومذيب لمركبات الفوسفات واعلى كمية منتجة لمركبات الاندول كانت 8.86 و 5.65 و 5.87 $\log$ cfu g^{-1} و 8.36 ملغم كغم$^{-1}$، وبلغت اعلى نسبة للنتروجين الكلي والمعدني 28.14 و 15.02 غم كغم$^{-1}$ مع معاملة التخمير الهوائي وعدم تجهيز RP والتي تميزت ايضا باقل نسبة C:N بلغت 13.6:1، بينما سجلت معاملة التخمير اللاهوائي وعدم التجهيز RP اعلى معدل للنتروجين العضوي 17.98 غم كغم$^{-1}$، واعلى معدل لتكون حامضي الفولفيك والهيومك والاحماض الفينولية11.81 و 23.40 غم كغم$^{-1}$ و60.23 ملغم كغم$^{-1}$ على التعاقب. سجلت معاملة التخمير اللاهوائي اعلى معدل لتركيز الفوسفور الجاهز والحديد والزنك والنحاس المستخلصة بطريقة DTPA بلغت 13.67 غمP كغم$^{-1}$ و779.3 و66.2 و40.6 ملغم كغم$^{-1}$ على التعاقب. و اختفى وجود بكتريا القولون والسالمونيلا من الخلطات بعد التخمير. كما تميزت معاملة التخمير الهوائي وتجهيز RP 20 باعلى نسبة لانبات بذور الخس96.1 % والحصول على شتلات بعمر 9 يوم بارتفاع 13.31 سم وجذور بطوب 6.76 سم وبمعدل وزن رطب وجاف بلغ 16.4 و1.45 غم شتلة$^{-1}$.

كلمات مفتاحية: C:N ، تخمير، صخر فوسفاتي، تدوير مخلفات، اسمدة عضوية، شتلات الخس.

المقدمة

اطلق مصطلح كمبوست على السماد العضوي الناتج من إعادة تدوير ومعالجة المخلفات العضوية التي يمكن استغلالها لإنتاج سماد عضوي، وذلك من خلال تحليل المواد العضوية الموجودة في النفايات، في عمليه تدعى التحلل الحيوي،وان العامل المهم الذي يحدد سرعة عملية التحلل ونوعها هو محتوى المواد العضوية من النتروجين لسد حاجة الاحياء المجهرية، اذ ترتبط الكمية المحللة من الكربون بما يتوفر من عنصر النتروجين ونوع الميكروب المحلل (23). وقد اثبتت دراسات تدوير المواد العضوية الصلبة لمخلفات المنازل انها تضع استراتيجية طويلة الامد لتحسين مكونات الاسمدة المنتجة والتربة بشكل جيد والحد من تكاليف مدخلات الاسمدة المعدنية وتعزيز البيئة الصحية من خلال تدوير المخلفات، ويساهم تدعيم مكونات المخلفات بمواد عضوية او معدنية من تحسين نواتجها ومحتواها من العناصر الغذائية للنبات، فعملية التدعيم بالصخور الفوسفاتية تحسن مكونات الوسط من الفوسفور والحديد والزنك والنحاس وهذا ما اكده (25). لوحظ ان انخفاض محتوى الكاربون في الكمبوست للمخلفات العضوية المخمرة يصل الى 30% ويعتمد على طريقة ومدة التخمير ونوع المكروبات المحللة (31). ان نسبة الكاربون إلى النتروجين تعد مقياس مفيد لمعرفة تحولات المادة العضوية وتحللها (5)، وقد اشار (8) عندما تكون نسبة الكاربون الى النتروجين بين1 :25– 30 هي المثلى لتحلل الكمبوست، ولاحظ أذا كانت نسبة الكاربون إلى النتروجين اقل

من 20 تكون عملية المعدنة هي السائدة وإذا تجاوزت 30 تسود عملية التمثيل لعنصر النتروجين. كما أن قابلية بعض ألإحياء المجهرية في أذابه الفوسفات تعود إلى قدرتها على تكوين مركبات حامضية عضوية متعددة (4). وتؤكد نتائج التجارب ان عملية التخمير لمدة طويلة تهيئ مكونات الخلطات لاكثر من نوع ميكروبي محلل مما يسرع ويزيد من تنوع المركبات في المواد المخمرة وهذا ما ذكره (16) عندما استعمل المخلفات C:N80:1 ومصدرين من الصخر الفوسفاتي اذ وجد ان اعلى حركة تحرر للفسفور تصل بعد 80 الى 120 يوم من التخمير. تزداد جاهزية الحديد و الزنك والنحاس في المواد المخمرة من المخلفات العضوية للمدن لقدرة المواد العضوية المحللة ميكروبيا على تكوين المعقدات الذائبة وغير الذائبة مع هذه العناصر خاصة مع عملية تجهيزها بالصخر الفوسفاتي (29 و 33). وان انتاج الاحماض الدبالية من حامض الفولفك والهيومك في عمليات التخمير للمخلفات العضوية يعزز من قيمتها اذ يحتوي كلا الحامضين مجاميع فعالة بنسبة 26% من الدبال الكلي (30). إن للأسمدة العضوية الحيوية دور ايجابي في نمو النبات لما تحتويه من منظمات النمو وعناصر مغذية كالنيتروجين والفسفور والعناصر الصغرى إذ تصبح جاهزة للامتصاص بعد ان تتم معدنتها بفعل الأحياء المجهرية، اذ ان لهذه العناصر دور في لعمليات الحيوية والفسلجية وتحفيز الخلايا على الانقسام واستطالتها وتركيب الأغشية الخلوية التي تؤدي إلى زيادة النمو الخضري، إذ تؤثر هذه المواد تأثيرا مباشرا في مختلف العمليات الحيوية للنبات مثل التنفس والتركيب الضوئي وتصنيع البروتينات ومختلف التفاعلات الأنزيمية، ويكون سلوكها مشابه لسلوك عمل الهرمونات النباتية و بالإمكان عدها محفزات للنمو النباتي (34). لذلك كان هدف البحث تدوير المخلفات العضوية الصلبة للمنازل وتجهيز مكوناتها المعدنية والعضوية والحيوية لضمان تسريع واتمام التحلل بهدف تعظيم الاستفادة من المخلفات وحماية البيئة من الاضرار الناجمة عن تراكمها واختبار دورها في انتاج شتلات نبات الخس.

المواد وطرائق العمل

جففت كمية من المكونات العضوية الصلبة القابلة للتدوير الحيوي والمفروزة من مخلفات المنازل الصلبة، وسحقت ومزجت جيدا وحللت مكوناتها الكيميائية والحيوية مختبريا، حضرت خلطة اعتمادا على تركيز الكاربون العضوي والنتروجين، بنسبة C:N 30:1، خمرت بطريقة التخمير الهوائي واللاهوائي لمدة 60 يوم، بعد ان لقحت المخمرة هوائيا بنسبة 5% من لقاح تربة نشطة جلب من الطبقة السطحية لتربة زراعية، بينما لقحت المخمرة لاهوائيا من لقاح تربة نشطة اخذ من المنطقة تحت السطحية وذلك لغرض زيادة التنوع والنشاط والكثافة الميكروبية المحللة في الخلطة (6). تم استعمال قناني بلاستك مضغوط حجم 25 لتر عبئت القناني من مواد الخلطات حسب طريقة التخمير، وذلك بترك ثلث القنينة فارغة بطريقة التخمير الهوائي، اما في حالة التخمير اللاهوائي فقد ملئت القنينة بالكامل من مواد الخلطة مع ضغط يدوي. رطبت المواد بالماء لحدود 60–66% و 80–الى 86% من الوزن الجاف في قناني التخمير الهوائي واللاهوائي حسب الترتيب (3).استعملت مواد عازلة من الصوف الزجاجي لتغليف القنينة والمحافظة على الناتج الحراري. وضعت القناني في ضلة بمكان معرض للهواء الطبيعي وحسب تصميم CRD لمدة 60 يوم ثم جهزت الخلطات تحت التخمير الهوائي واللاهوائي 0% و20% من الصخر الفوسفاتي الخام (RP) (8.6% P)، ثم خمرت المعاملات بطريقتي التخمير الهوائي واللاهوائي لمدة 30 يوم، اخذت العينات لإجراء التحاليل والقياسات المطلوبة. قدر العدد الكلي للأحياء المجهرية والمثبتة للنتروجين والمذيبة للفوسفات والمرضية (27 و9 و18 و11). قدرت الكاربون والنتروجين والفوسفور كما جاء في (17). فصلت الأحماض الدبالية في معاملات نواتج التخمير للخلطات وفقاً لطريقة (26). جرى تقدير الفينولات الكلية لنواتج التخمير للخلطات في المستخلص النهائي بطريقة فولن وكما وصفها (12). كما جرى تقدير مركب الاندول اتبعت طريقة (21).استعملت نواتج التخمير للمعاملات البالغ عددها 4 معاملة، مع استعمال معاملة سيطرة اولى من البتموس التجاري جلب من السوق المحلية و معاملة سيطرة ثانية باستعمال تربة زراعية مزيجة رملية، والتي تم استعمالها في اختبار انبات وانتاج شتلات نبات الخس صنف محلي، استعملت صناديق فلينية بأبعاد 20×20×5 سم للصندوق (من السوق المحلية). فرشت طبقة من مواد المعاملات بعمق 3 سم في الصناديق ونثرت بذور الخس بمعدل 100 بذرة للصندوق بشكل متجانس ثم غطيت بعمق 2 سم من نفس مواد المعاملة، ونفذت بثلاثة مكررات بتاريخ 1 \ 11 \ 2014 بمكان محمي ورطبت بالماء. رتبت المعاملات حسب تصميم CRD واجريت كافة عمليات الخدمة، وبعد وصول الشتلات إلى مرحلة الورقة الثالثة، سجلت نسبة الانبات وارتفاع الشتلات وعمر النضج للشتلة (1). حللت البيانات احصائيا حسب التصميم المستعمل.

النتائج والمناقشة

يبين الجدول (1) نتائج تحليل المكون العضوي الذي تم فرزه من النفايات التي جمعت من المخلفات الصلبة للمنازل وبنسبة 67.2%، اذ بلغت نسبة C:N فيها 40:1 وبنسبة كاربون عضوي57% (579 غم كغم$^{-1}$)، ونيتروجين كلي 1.446% (14.46غم كغم$^{-1}$)، ايضا احتوى على تركيز من الفوسفور بلغ 0.45% (4.5 غم P كغم$^{-1}$)، واحتوت المخلفات العضوية على تراكيز ضمن المستوى المسموح به من الحديد والزنك والنحاس، وبلغت 470 و50.14 و 31.31 ملغم كغم$^{-1}$، كما اظهر الجدول ان الميكروبات لها تواجد عالي في المخلفات اذ تعد هذه المخلفات البيئة الطبيعية والجيدة لنمو ونشاط اللاحياء الرمية التغذية لتوافر مصادر الطاقة والكاربون بشكل جيد، الا ان وجود بكتريا ***Coliform*** و ***Salmonella*** يعد مؤشر سلبي في المخلفات، لاعطاء صورة عن تلوث المخلفات، وتعكس تعرضها الى مصادر طرح هذه الميكروبات التي قد تصل مع بقايا الاطعمة للحوم والخضراوات والفواكه المصابة او التالفة، او ترك اكياس النفايات في الطرقات لأكثر من 48 ساعة، يمكن ان يزيد من اعداد هذه الميكروبات في المخلفات (Al-Sayed واخرون، 2005). وكثيرا ما وجد عند جمع المخلفات الصلبة من المنازل، تواجد لهذه الميكروبات من السالمونيلا وبكتريا المكورات العنقودية باعداد تراوحت من 0.04 الى 6.5 $\log cfu\ g^{-1}$ ومن بكتريا القولون بين 1.3 و4.3 $\log cfu\ g^{-1}$ خاصة في المخلفات التي تترك لاكثر من ثلاثة ايام (24). وان عملية تدوير المخلفات الصلبة التي تحتوي على مخاطر ميكروبية او تراكيز من العناصر بدرجة خطرة تؤشر نوع من الخطورة وتلزم اتباع نظام تدوير يمنع انتقال الملوثات الى السلسلة الغذائية عبر نقلها الى التربة والنبات والحيوان ثم الانسان لانها ستولد مفاجئات في بيئة المجتمع (32). وقد حصلت زيادة بتركيز النتروجين لتصل الى 19.06 غم كغم$^{-1}$ بعد تعديل نسبة C:N الى 30:1 باستعمال محلول سماد اليوريا 46%N.

جدول 1 مكونات المعاملات قبل العديل والتخمير وبعدها

المواصفات والقياس	القياس	مادة عضوية اولية	مادة عضوية C:N 30:1	مادة عضوية 30:1 C:N مخمرة 90 يوم هوائيا		مادة عضوية 30:1 C:N مخمرة 90 يوم لا هوائيا	
				RP %0	RP %20	RP %0	RP %20
C	غم كغم$^{-1}$	579	579	378	342	433	380
N عضوي		14.00	18.80	13.12	11.0	17.98	16.85
N المعدني		0.46	0.46	15.02	12.0	3.22	5.55
N الكلي		14.46	19.26	28.14	23.0	21.20	22.40
C:N		40:1	30:1	13.4:1	14.8:1	21.2:1	20.6:1
P جاهز	غم كغم$^{-1}$	4.50	4.50	3.68	10.90	3.70	13.67
Fe	هضم قبل التخمير، مستخلص DTPA بعد التخمير ملغم كغم$^{-1}$	470.0	470.0	210.6	740.2	312.5	779.3
Zn		50.14	50.14	12.2	48.4	18.5	66.2
Cu		31.31	31.31	7.8	22.3	17.9	40.6

تبين من جدول (1) انخفاض كمية الكاربون في مكونات الخلطات بعد نهاية مرحلة التخمير 90 يوم اذ بلغ معدل نسبة الانخفاض بطريقة التخمير الهوائي بنسبة 37.80% اذ كان 34.7% و40.9% بدون تجهيز الصخر الفوسفاتي ومع تجهيز 20% RP على التعاقب، بينما كان معدل الانخفاض اقل مع التخمير اللاهوائي اذ بلغ معدل الانخفاض 29.9% ليصل 25.2% و 34.3% بدون تجهيز او مع تجهيز RP%20 على التعاقب. كما وجد في جدول (1) زيادة في معدل تركيز النيتروجين الكلي للخلطات بنسبة 46.7-10.0% عن محتوى الخلطات قبل التخمير، اذ بلغ معدل نسبة الزيادة 33.05% للخلطات المخمرة هوائيا بنسبة 46.7% و19.4% مع عدم تجهيز وتجهيز RP%20 على التعاقب، بينما بلغ معدل نسبة الزيادة 13.15% للخلطات المخمرة لاهوائيا بنسبة 10.0% و16.3% مع عدم تجهيز وتجهيز RP%20 على التعاقب. ايضا وجد انخفاض في تركيز النتروجين العضوي للخلطات بنسبة 41.4%- 4.36% عن محتوى الخلطات قبل التخمير، اذ بلغ معدل نسبة الانخفاض 35.8% للخلطات المخمرة هوائيا بنسبة 30.2% و41.4% مع عدم تجهيز وتجهيز RP%20 على التعاقب، بينما بلغ معدل نسبة الانخفاض 7.33% للخلطات المخمرة لاهوائيا بنسبة 4.36% و10.3% مع عدم تجهيز وتجهيز RP%20 على التعاقب. كما حصلت زيادة في معدل تركيز النتروجين المعدني للخلطات وتراوح معدل التركيز للنتروجين المعدني بين 15.02 و3.22 غم كغم$^{-1}$ مقارنة بمحتوى 0.46 غم كغم$^{-1}$ للخلطات قبل التخمير، وبلغ اعلى تركيز15.02

و12.0 غم كغم$^{-1}$، بينما بلغ معدل التركيز 3.22 و5.55 غم كغم$^{-1}$ للخلطات المخمرة لاهوائيا عدم تجهيز وتجهيز RP%20 14.8:1 عند التخمير الهوائي مع تجهيز او عدم تجهيز RP%20 على التعاقب. كما لوحظ من الجدول انخفاض نسبة C:N في الخلطات بفعل زيادة تركيز النتروجين وانخفاض تركيز الكاربون لتصل بين 13.3:1 و 14.8:1 للخلطات المخمرة هوائيا مع تجهيز او عدم تجهيز RP%20 بالتعاقب. بينما بلغت 21.2:1 و 20.6:1 للخلطات المخمرة لا هوائيا مع تجهيز او عدم تجهيز RP%20 بالتعاقب.

يوضح الجدول (1) تاثير طريقة التخمير ومستوى الصخر الفوسفاتي في كمية الفوسفور الجاهز بالخلطة، اذ وجدت زيادة معنوية حدثت بتاثير طريقة التخمير للمعاملات المجهزة من RP%20 اذ بلغ 13.67 غمP كغم$^{-1}$ مع التخمير اللاهوائي بنسبة جاهزية (57.67%) من الفوسفور الكلي 23.7 غمP كغم$^{-1}$، في حين وجد ان تركيز الفوسفور الجاهز مع التخمير الهوائي وتجهيز RP%20 بلغ معدلا 10.90 غمP كغم$^{-1}$ بنسبة جاهزية بلغت 45.99% من الفوسفور الكلي في محتوى الخلطة. اظهرت النتائج وجود تاثيرا معنويا لطريقة التخمير وتجهيز RP%20 في تركيز عناصر الحديد والزنك والنحاس المستخلصة بمحلول DTPA بعد مدة تخمير90 يوم من مكونات الخلطات، اذ تميز التخمير اللاهوائي باعلى معدل لتركيز الحديد في الخلطات مجهزة RP%20 وغير مجهزة 779 و312 ملغم Fe كغم$^{-1}$ على التعاقب، بينما بلغ مع التخمير الهوائي في الخلطات مجهزة RP%20 وغير مجهزة 740 و210 ملغم Fe كغم$^{-1}$ على التعاقب. ايضا اوضحت النتائج تميز التخمير اللاهوائي بأعلى معدل لتركيز الزنك في الخلطات مجهزة RP%20 وغير مجهزة 66.2 و18.5 ملغم Zn كغم$^{-1}$ على التعاقب، بينما بلغ مع التخمير الهوائي في الخلطات مجهزة RP%20 وغير مجهزة 48.4 و12.2 ملغم Zn كغم$^{-1}$ على التعاقب. واتضح ايضا تميز التخمير اللاهوائي باعلى معدل لتركيز النحاس في الخلطات مجهزة RP%20 وغير مجهزة 40.6 و17.9 ملغم Cu كغم$^{-1}$ على التعاقب، بينما بلغ مع التخمير الهوائي في الخلطات مجهزة RP%20 وغير مجهزة 22.3 و7.8 ملغم Cu كغم$^{-1}$ على التعاقب.

اوضحت النتائج في جدول (2) وجدود زيادة في المحتوى الميكروبي الكلي والمثبتة للنتروجين والمذيبة للفسفور بعد عملية التخمير، اذ وجدت زيادة معنوية في المحتوى الميكروبي الكلي للخلطة30:1 المخمرة هوائيا ليصل العدد الى 8.156 و 8.860 logcfug^{-1} مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب، وانخفض المحتوى الميكروبي عن ذلك في حالة التخمير اللاهوائي ليصل 7.210 و 7.391 logcfug^{-1}مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب. ايضا تفوقت معاملة التخمير الهوائي بتحقيق اعلى كثافة للبكتريا المذيبة للفوسفات اذ بلغ 4.232 و 5.654 logcfug^{-1} مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب، مقارنة بما تحقق مع معاملة التخمير اللاهوائي الذي بلغ 3.765 و 4.650 logcfug^{-1} مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب. كما وجد تاثير معنوي لطريقة التخمير الهوائي في تفوق معدل الكثافة الميكروبية المثبتة للنتروجين التي بلغت 5.220 و 5.870 log cfug^{-1} مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب، مقارنة بمعدل 4.120 و 4.320 log cfug^{-1} مع التخمير اللاهوائي و مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب. كما بين الجدول (2) ان اعداد بكتريا القولون والسالمونيلا قد اختفى وجودهما من الخلطات التي خمرت بالطريقة اللاهوائية والهوائية بعد 90 يوم تخمير.

جدول 2 مكونات المعاملات قبل العديل والتخمير وبعدها

المواصفات والقياس	القياس	مادة عضوية اولية	مادة عضوية C:N 30:1	مادة عضوية 30:1 C:N مخمرة 90 يوم هوائيا		مادة عضوية 30:1 C:N مخمرة 90 يوم لا هوائيا	
				RP %0	RP %20	RP %0	RP %20
TM	Log cfu g^{-1}	6.82	6.82	8.156	8.860	7.210	7.391
BSP		2.15	2.15	4.232	5.654	3.765	4.650
B-Nfix		3.12	3.12	5.22	5.870	4.120	4.321
Salmonella		1.035	1.035	-	-	-	-
Coliform		1.788	1.788	-	-	-	-
حماض فولفك	غم كغم$^{-1}$	2.23	2.23	8.98	7.62	11.82	9.45
حماض هيومك		1.08	1.08	15.78	12.20	23.40	16.12
احماض فينول		1.22	1.22	5.64	3.42	60.23	42.32
حامض الاندول	**ملغم كغم$^{-1}$**	0.0	0.0	8.38	5.56	1.13	1.26

توضح البيانات في الجدول (2) وجود زيادة في الكميات المنتجة من حامضي الفولفك والهيومك خلال التخمير اللاهوائي اذ بلغ اعلى معدل منتج للحامضين 11.82 و23.40 غم كغم$^{-1}$ على التعاقب مع عدم تجهيز RP. وانخفض الانتاج مع اضافة RP من الحامضين ليصل 9.45 و16.12 غم كغم$^{-1}$ على التعاقب ، بينما كان الانخفاض بالكمية المنتجة من الحامضين اكثر مع حالة التخمير الهوائي اذ بلغت الكميات المنتجة 8.98 و7.62 غم كغم$^{-1}$ لحامض الفولفيك مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب، بينما بلغت كمية حامض الهيوميك 15.78 و 12.20 غم كغم$^{-1}$ مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب. الا ان التفاوت الاكبر وجد في كمية الاحماض الفينولية المنتجة باختلاف طريقة التخمير اذ بلغت اعلى المعدلات المنتجة 60.23 و42.32 غم كغم$^{-1}$ مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب، بينما كانت الكمية المنتجة تحت ظروف التخمير الهوائي 5.64 و3.42 غم كغم$^{-1}$ مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب. وعلى العكس من ذلك فقد وجد ان معدل انتاج مركب الاندول كان الاعلى تحت الظروف الهوائية وبلغ 8.36 و5.56 ملغم كغم$^{-1}$ مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب، بينما انخفضت الكمية تحت الظروف اللاهوائية لتصل 1.31 و1.26 ملغم كغم$^{-1}$ مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب.

المعاملات التي استمر تخميرها تحت الظروف اللاهوائية فأنها احتوت على اعلى معدلات من الاحماض العضوية والفينولات والعناصر الغذائية وكان هذا بفعل انتاج المركبات الوسطية واستعمالها مصادر للطاقة والكاربون من الاحياء المحللة وذوبان كثير من منتجات التحلل اللاهوائي في مكونات الوسط، كما ثبت أنه نتيجة التحلل زاد تركيز المواد المغذية في الخلطات الناتجة، كما حدث انخفاض كبير في كمية المركبات الفينولية التي تتميز بسمية عالية في الخلطات التي خمرت هوائيا (15). زيادة نسبة النتروجين المعدني ويعود ذلك لفعالية البكتريا المحللة التي معدنت النتروجين العضوي الى الصور المعدنية اضافة الى نشاط البكتريا المثبتة حيويا للنتروجين في الخلطات، وبالتالي زيادة االنتروجين الكلي فيها، وهذا ما اكده (28). اكدت نتائج الاحماض الدبالية من حامض الفولفك والهيومك في الخلطات انها عززت من قيمتها اذ يحتوي كلا الحامضين مجاميع فعالة بنسبة 26% من الدبال الكلي (30). وقد اثبتت عوامل الدراسة انها تضع استراتيجية طويلة الامد لتحسين مكونات السماد بشكل جيد اضافة الى الحد من تكاليف المدخلات في الاسمدة المعدنية وتعزيز البيئة الصحية من خلال تدوير المخلفات، اذ ساهم تجهيز الخلطات بالصخر الفوسفاتي بإنتاج سماد عضوي حيوي اكثر استقرارا من خلال تحسين مكونات الوسط من عنصر الفوسفور وعناصر الحديد والزنك والنحاس وهذا ما اكده (25)، على أن قابلية بعض ألإحياء المجهرية في أذابه الفوسفات تعود إلى قدرتها على تكوين مركبات حامضية عضوية متعددة(4). كما ان زيادة كثافة ونشاط البكتريا المذيبة للفوسفات قد تحسن كثيرا بتجهيز الصخر الفوسفاتي للخلطات الامر الذي انعكس على زيادة تركيز الفوسفور بمكونات الخلطات، وتؤكد نتائج التجارب ان عملية التخمير الاولى قد هيئات مكونات الخلطات لاستقبال الصخر الفوسفاتي وهذا كان متوافقا مع وجده (16). أن زيادة جاهزية الحديد والزنك والنحاس في الخلطات الناتجة من عملية التخمير للمرحلة جاء نتيجة لقدرة المواد العضوية المحللة ميكروبيا على تكوين المعقدات الذائبة وغير الذائبة مع هذه العناصر التي كانت متواجدة في المخلفات المخمرة او الصخر الفوسفاتي المجهز للخلطات (33). من خلال النتائج المقدرة لنواتج التخمير يمكن ان يتضح لنا انخفاض لمحتوى الكاربون العضوي اثناء عمليات التخمر في محتوى الخلطات ، مما يعني استعماله مصدرا للطاقة من الاحياء المحللة، وهذا يؤكد ان عملية المعدنة للعناصر في المركبات العضوية تزداد بزيادة سرعة التحلل وقد لوحظ وصول انخفاض محتوى الكاربون الى 30% اعتمادا على طريقة التخمير (31). وتعد زيادة تركيز النتروجين في الوسط مهمة ومرغوبة في مكونات السماد المحضر، وقد تعود الزيادة بتركيز N الى انخفاض تركيز الكاربون بفقده بصورة CO_2، وقيام البكتريا المثبتة للنتروجين بتثبيت النتروجين من الهواء المحيط والتي لوحظ زياد نشاطها كما تعد زيادة النتروجين المعدني في الوسط مؤشر جيد على نضج الكمبوست بشكل جيد، (19 و14). ان حصول عملية المعدنة لعنصر النتروجين جنب كثير من كميات النتروجين للفقد وهذ ما وضحه (13). كما تبين من النتائج ان نسبة الكاربون إلى النتروجين تعد مقياس مفيد لمعرفة تحولات المادة العضوية وتحللها . إن الاختلاف في كثافة الأحياء المجهرية قد يكون مرتبط بشكل مباشر بما توفره المادة العضوية من مصادر الكاربون والطاقة وظروف النمو (10). وغالبا ما تختلف نواتج التخمير بين التخمير الهوائي واللاهوائي لاختلاف الميكروبات المحللة وتباين مصادر الطاقة بوجود او غياب الاوكسجين الامر الذي يزيد النتروجين العضوي ويقلل عمليات المعدنة وتكون مركبات وسطية من الاحماض الفينولية وهذا ما لوحظ في النتائج من تكون وانتاج الاحماض الفينولية ، وتعد عملية اختفاء وانخفاض الميكروبات المرضية

مع عمليات التخمر حالة صحية للمنتج من السماد العضوي وذلك من خلال تعرضها لدرجات الحرارة المرتفعة وتحلل المركبات الحاملة لهذه الميكروبات مما يؤدي الى هلاكها (7).

تاثير المعاملات المستخدمة في انبات وانتاج الشتلات لنبات الخس

يوضح الجدول (3) تاثير المعاملات السمادية المحضرة بتدوير المخلفات العضوية الصلبة للمنازل في انبات وانتاج شتلات الخس مقارنة بسماد البتموس التجاري والتربة الزراعية، اذ ظهر من النتائج تفوق معنوي للمعاملات التي خمرت هوائيا مع تجهيز او عدم تجهيز RP بتحقيق اعلى معدل لنسب الانبات تراوح بين 96.1% و93.5 على التعاقب وقد بدأ الانبات بعد 3 يوم من الزراعة وتوقف بعد5 و6 يوم على التعاقب، تلتهما معاملة البتموس بنسبة انبات 91.2% مع بدأ الانبات بعد 4 يوم وتوقف بعد 7 يوم، ثم معاملة التربة 63.0% مع بدأ الإنبات بعد 5 يوم وتوقف بعد 8 يوم، بينما انخفضت نسب الانبات معنويا في المعاملات المخمرة لاهوائيا ليصل 38.2% و 22.3% مع تجهيز او عدم تجهيز RP على التعاقب وبدأ الانبات بعد 5 يوم وتوقف بعد 8 يوم. كما لوحظ ان اعلى معدل لسرعة الانبات بلغ 36 و34 و33 نبات يوم$^{-1}$ لليوم الرابع مع معاملات البتموس ومعاملتي التخمير الهوائي مع عدم تجهيز وتجهيز RP على التعاقب. كما تميزت معاملات التخمير الهوائي باقصر عمر لنضج الشتلات اذ بلغ 9 يوم تلتها معاملة البتموس بمعدل 12 يوم ثم معاملة التخمير اللاهوائي والتربة بمعدل 14 و16 يوم بالتعاقب.

جدول 3 سرعة ونسبة الانبات لبذور الخس وعمر نضج الشتلات

المعاملات			سرعة الانبات نبات يوم$^{-1}$						الانبات يوم		الانبات %	عمر نضج يوم
			3	4	5	6	7	8	بدء	توقف		
تربة مزيجية			0	0	26	20	11	7	5	8	63.4	16
بتموس تجاري			0	36	30	10	10	5	4	7	91.2	12
تخمير 90 يوم C:N 30:1	**هوائي**	**RP%0**	30	34	16	8	3	2	3	6	93.5	9
		RP%20	26	33	20	10	5	2	3	5	96.1	9
	لا هوائي	**RP%0**	0	0	6	8	3	5	5	8	22.3	14
		RP%20	0	0	8	12	8	8	5	8	38.2	14
LSD 0.05			4.2	3.1	3.5	3.6	2.4	2.1	1.1	1.3	7.6	1.91

يوضح الجدول (4) تاثير المعاملات السمادية المحضرة بتدوير المخلفات العضوية الصلبة للمنازل في بعض مواصفات شتلات الخس مقارنة بسماد البتموس التجاري والتربة الزراعية، اذ ظهر من النتائج تفوق معنوي للمعاملات التي خمرت هوائيا مع تجهيز او عدم تجهيز RP بتحقيق اعلى معدل لارتفاع الشتلة بلغ 13.31 و12.34 سم على التعاقب، كما رافقها اعلى معدل لطول الجذور بلغ 6.76 و6.04 سم للمعاملتين على التعاقب. تلتهما معاملة البتموس بمعدل ارتفاع بلغ 11.52 سم وطول جذور 5.64 سم، ثم معاملة التربة بمعدل ارتفاع للشتلة وطول للجذور بلغ 7.31 و 4.02 سم على التعاقب ، في حين وجد ان اقل المعدلات لارتفاع الشتلات وتعمق الجذور قد حصل مع معاملات التخمر اللاهوائي اذ بلغ ارتفاع الشتلات 6.21 و5.04 سم وبلغ طول الجذور 3.65 و3.34 سم مع تجهيز او عدم تجهيز RP على التعاقب. كما وجد ان معدل الوزن الرطب للشتلات قد تراوح بين 16.4 و14.3 غم شتلة$^{-1}$ وبمعدل وزن جاف تراوح بين 1.45 و1.36 غم شتلة$^{-1}$ لمعاملتي التخمير الهوائي والبتموس ، بينما تراوح بين 10.4 و9.1 غم شتلة$^{-1}$ وبمعدل وزن جاف تراوح 1.25 و1.02 غم شتلة$^{-1}$ لمعاملة التربة ومعاملتي التخمير اللهوائي.

جدول 4 معدل اطوال واوزان الشتلات بعمر النضج

المعاملات			معدل طول سم		الوزن الخضري والجذور غم	
			النبتة	الجذر	الرطب	الجاف
تربة مزيجية			7.31	4.02	10.4	1.25
بتموس تجاري			11.52	5.64	14.3	1.43
تخمير 90 يوم C:N 30:1	**هوائي**	**RP%0**	12.34	6.04	15.2	1.36
		RP%20	13.31	6.76	16.4	1.45
	لا هوائي	**RP%0**	5.04	3.34	9.1	1.02
		RP%20	6.21	3.65	9.6	1.13
LSD 0.05			1.352	0.681	1.24	0.14

إن للأسمدة العضوية الحيوية المحضرة والتي استعملت في تحضير شتلات نبات الخس دور ايجابي في انبات ونمو وتطور ارتفاع الشتلات لما تحتويه من منظمات النمو وعناصر مغذية كالنيتروجين والفسفور والعناصر الصغرى إذ تصبح جاهزة للامتصاص بعد ان تمت معدنتها بفعل الأحياء المجهرية، وتدخل هذه العناصر في الكثير من العمليات الحيوية والفسلجية و تحفز على انقسام الخلايا واستطالتها وتركيب الأغشية الخلوية التي تؤدي إلى زيادة النمو الخضري، وما حصلنا عليه من نتائج قد يعزى ايضا إلى دور الأحماض الدبالية ومنظمات النمو في زيادة الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا، إذ تؤثر هذه المواد تأثيرا مباشرا في مختلف العمليات الحيوية للنبات مثل التنفس والتركيب الضوئي وتصنيع البروتينات ومختلف التفاعلات الأنزيمية، ويكون سلوكها مشابه لسلوك عمل الهرمونات النباتية، أي انه بالإمكان عدها محفزات للنمو النباتي (34) وتسبب زيادة معدل النمو النباتي وتهيئ أفضل الظروف لانقسام الخلايا (22). ويمكن ان يعزى انخفاض نتائج المعاملات المخمرة لاهوائيا في نسب الانبات وارتفاع الشتلات ومدة نضجها الى ارتفاع محتوى المعاملات من المركبات الفينولية التي تكونت بكميات عالية تحت ظروف التخمير اللاهوائية، اذ تنتج الميكروبات في وسط التخمير عند اطالة مدة التخمير اللاهوائي المركبات الفينولية ومركبات antagonism (مضادات النمو) اضافه الى مركبات سامة تؤدي الى ايقاف انبات البذور النباتية وتسبب تقزمها وضعف نموها (35).

المصادر

1- السعبري، محمد راضي صاحب (2005). تأثير بعض المعاملات الزراعية في نمو وحاصل الخس (*Lactuca sativa* L.). رسالة ماجستير \ قسم البستنة\ كلية الزراعة والغابات \ جامعة الموصل \ العراق.

2-Al-Sayed, H.A.; E.H. Ghanem and K.M. Saleh (2005). Bacterial community and some physico-chemical characteristics in a subtropical mangrove environment in Bahrain. Mar. Poll. Bull., 50, 147-155.

3-Arsova, L.(2008). The State Of Garbage In America. Biocycle,49 (12), p.22.

4-Habib, L.; S.H. Chien; G. Carmona and 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.

5-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.

6-Hanselman, T.A. ; D.A. Graetz and T.A. Obreza (2004). A Comparison of In Situ Methods for Measuring Net Nitrogen Mineralization Rates of Organic Soil Amendments J. Environ. Qual., 33, 1098.

7-Hassen, A.; K. Belguith; N. Jedidi; A. Cherif; M. Cherif and A. Boudabous (2001). Microbial characterization during composting of municipal solid waste. Bioresource technology, 80(3), 217-225.

8-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.

9- 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.

10-Jeffrey Evans.(2012) Effectiveness of Reactive Phosphate Rock for P Fertility Management in Broad-Acre Organic Cropping. RIRDC Publication No. 10/213.

11-Louw, H. A. and D. M. Webley (1958). A plate method for estimating the numbers of phosphate dissolving and acid – productively bacteria in soil Natur, Lond . 182 : 1317 – 1318.

12-Makkar, H.P.; M. Blümmel; N.K. Borowy; and K. Becker(1993). Gravimetric determination of tannins and their correlations with chemical and protein precipitation methods. J. Sci. Food Agric., 61: 161-165.

13-Muñoz, G.R. ; J.M. Powell and K.A. Kelling (2003). Nitrogen Budget and Soil N Dynamics after Multiple Applications of Unlabeled or 15Nitrogen-Enriched Dairy Manure. Soil Sci. Soc. Am. J., 67, 817.

14-Nagavallemma, K.N.; S.P. Wani; S. Lacroix; V.V. Padmaja; C. Vineela; M.B. Rao and K.L Sahrawat (2004).Vermicomposting: Recycling wastes into valuable organic fertilizer. ICRISAT, Andhra Pradesh, India.

15-Nagavallemma, K.N.; S.P. Wani; S. Lacroix; V.V. Padmmaja; C. Vineela; M.B. Rao and K.L. Sahrawat (2007). Vermicompostibg; Recycling Wastes

Brazil. *Int. J. Environ. Health Res.*, 17(4), 259-269.

25-Sagoe, C.I. ; T. Ando ; K. Kouno and T. Nagaoka (1998). Relative importance of protons and solution calcium concentration in phosphate rock dissolution by organic acids. Soil Sci. Plant Nutr. 44:617-625.

26-Schnitzer, M. and K. Ghosh (1982). Characteristics of water-soluble fulvic acid-copper and fulvic acid-iron complexes. Soil Sci. 134:354-363.

27-Sharma, K.(2005). Manual of Microbiology . Isolation ,Purification and Identification of Bacteria .Ane Books Pub. New Delhi, P.41.

28-Sharma, S. ; V .Kumar and R.B. Tripathi (2011). Isolation of phosphate solubilizing microorganism(PSMS) from soil. J. Microbiol. Biotech .Res.(2):90-95.

29-Sposito, G. K., Holtzclaw, C. S. Levesque and C. T. J0hnston.(1982). Trace metal chemistry in arid zone field soils amended with sewage sludge. Soil Sci. Soc. Am. J. 46:265-270.

30-Stevenson, F.G. and H.A. Bulter(1969). Chemistry of humic acids and related pigments. P. 534 – 557. In G. Englinton and M. T. Murphy (eds.) organic geochemistry. Spring ervelag,New York.

31-Sudharsan, V. V. and S.K. Ajay (2013). Composting of Municipal Solid Waste (MSW) mixed with cattle manure . Int.nat. J. of Environmental Sciences , 3 (2). 2068 -2079.

32-Teresa, C. S. and G.L. Krystyna (2010). The abundance of some pathogenic bacteria in mangrove habitats of Paraiba do Norte estuary and crabmeat contamination of mangrove crabUcides cordatus. raz. arch. biol. technol. vol.53 no.1 Curitiba Jan.

33-Wei Z.; S. Wang ; X. BD; Y. Zhao and H. Liu (2007). Effect of municipal solid waste composting on availability of insoluble phosphate. Huan Jing Ke, Xue. Mar;28 (3):679-83.

34-Zandonadi, D. ; L. Canells and A. Facanha.(2007).Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasma lemma and tonoplast H+ pumps activation. Planta 22:1583-1595.

35-Zhu, N.(2006).Composting Of High Moisture Content Swine Manure with Corncob in A Pilot-Scale Static Bin System.In:Bioresource Technology 97 (2006), p.1870-1875.

into Valuable Organic Fertilizer. ICRISAT ,Andhra Pradesh,India,16.

16-Nishanth, D and DR. Biswas (2007). Kinetics of phosphorus and potassium release from rock phosphate and waste mica enriched compost and their effect on yield and nutrient uptake by wheat (Triticum aestivum). oresour Technol. 2008 Jun;99(9):3342-53. Epub 2007 Oct 1.

17-Page, A. L.; R. H. Miller, and D. R. Kenney(1982). Methods of Soil analysis part (2). 2nd ed. Agronomy 9. Am. Soc. Agron. Madison, Wisconsin.

18-Palleroni, N.J.(1984). Gram negative aerobic rods and cocci. In: Krieg, N.R., (Ed). Bergeys manual of systematic acteriology. I,II,III,Iv,140-199.

19-Parisakis, G.; A. Skordilis; A. Andrianopoulos; C. Lolos; J. Andrianopoulos; X. Tsompanidis and G. Lolos(1991). Qualitative and quantitative estimation of domestic waste of the Island of Kos. NTUA Laboratory of Analytic and Inorganic Chemistry, Athens 1991.

20-Patel, D.K. ; G. Archana and G. Naresh Kumar (2008). Variation in the nature of organic acid secretion and mineral phosphate solubilization by Citrobacter sp. DHRSS in the presence of different sugars. Curr Microbial 65:168-174.

21-Patten, C. L. and B.R. Glick (2002). Role of *pseudomonas putida* indoleeacetic acid in development of the host plant root system A E M. Vol. 68. No. 8 P. 3795 – 3801 . Subba – Rao , N. S. (1980). Phosphate solubilizing by soil microorganisms inadvancin agricultural microbiology . Ed. Butter worth. Scientific. London. Bosten. Sing apor. Toronto . P. 295 – 303.

22-Pettite, R. E. (2003).Emeritus Associate Professor Texas A & M university, Organic Matter, Humus, Humates Humic Acid, Fulvic Acid and Humin: Their Importance in Soil Fertility and Plant Health. Mhtml;file;/ORGNIC MATTER.mht.

23-Rezende, L.A. ; L.C. Assis and E. Nahas (2004). Bioresour. Technol., 94, 159.

24-Ristori, C.A.; S.T. Iaria; D.S. Gelli and I.N. Rivera (2007). Pathogenic bacteria associated with oysters (*Crassostrea brasiliana*) and estuarine water along the south coast of

Effect of fermentation method and supplemented rockphospate at the recycling of domestic organic waste to produce organic fertilizers.

Idham, A. A. Assaffii **Hassan B. Aswad** **Noori H. Rzayej**

E.mail: dean_coll.science@uoanbar.edu.iq

Abstract

Amount of domestic solid organic waste were collected for the purpose of recycling it to produce organic fertilizers and estimate the product , organic waste mixture was prepared from separated waste which collected , mixture prepared with C: N ratio 30:1 by enriching waste with urea fertilizer. Mixture will fermented by aerobic and anaerobic methods , after being vaccinated each of them by 5% of active soil vaccine taken from the surface and soil depth, a compact plastic bottles size 25 liters used for a period of 60 days , Then completed fermentation for further 30 days after the supplemented mixtures equipped with two levels of 0% and 20% of the raw rock phosphate (RP). The most important results: the low carbon quantity and increase the concentration of nitrogen in mixtures components after the end of the fermentation stage and the highest percentage reduction of C 40% with the treatment of aerobic fermentation and supplemented RP20% with a higher content of total microbial and fixation nitrogen, solvent compounds phosphate and the highest productive amount of IAA was: 8.86 , 5.65 , 5.87 log cfu g^{-1} and 8.36 mg kg^{-1}. The highest total and mineral nitrogen ratio of 28.14 and 15.02 g kg^{-1} with treatment aerobic fermentation and supplemented 20%RP, which also marked the lowest ratio of C: N amounted to 13.6: 1, while the treatment of anaerobic fermentation registered and non- supplemented RP highest rate of organic nitrogen 17.98 g kg^{-1} , and the highest rate to be Fulvic , Humic acid and phenolic acids 11.81 and 23.40 g kg^{-1} and 60.23 mg kg^{-1}, respectively. Treatment of anaerobic fermentation recorded the highest concentration of phosphorus available, iron, zinc and copper extracted in DTPA ,rate amounted to 13.67 g P kg^{-1} , 779.3 , 66.2 , 40.6 mg kg -1, respectively. And the presence of bacteria coliform and Salmonella from mixtures disappeared after fermentation. Aearobic fermentation and supplemented 20%RP equation was also marked by the highest percentage germination of the seeds of lettuce 96.1% and get a 9 day old seedlings, up 13.31 cm and 6.76 cm roots of lettuce at a rate of wet and dry weight was 16.4 and 1.45 g $^{-1}$ seedlings.