تقييم إمكانية إستخدام الموارد الطبيعية المختلفة في التحويل الحيوي لمخلفات الطعام إلى سماد عضوى

محمد وقاص

بحث تكميلي مقدم لنيل درجة الدكتوراه في العلوم البيئية

استاذ مشارك ا.د. اسعد سراج عمر ابورزيزه

كلية الارصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة
جامعة الملك عبد العزيز
جدة- المملكة العربية السعودية

جَمَادِي الأَوّل 1439ه- فبراير 2018م

المستخلص

نتج عن ارتفاع وتير التمدن والزيادة في أعداد السكان والسياحة الإسلامية للأماكن المقدسة تزايد هائل لكميات النفايات البلدية الصلبة المتولدة. وبلغ معدل كمية المتولد سنوياً قرابة ١٥ مليون طن من النفايات في المملكة. وكانت نسبة المخلفات العضوية من بقايا الطعام هي الأكبر في مجمل النفايات وتبلغ قرابة ٥١%، أو ما يعادل ٨ مليون طن سنوياً. تذهب معظم النفايات المتولدة إلى مرامي النفايات العامة ولا يتم استرجاع أي منها. والتخلص من هذه النفايات الغنية بالمواد العضوية له آثار سلبية على صحة المجتمع وسلامة البيئة، بما في ذلك انبعاثات الغازات الدفيئة وملوثات الهواء والتربة والمياه. لذلك فالحاجة إلى تحويل وجهة هذه النفايات من الذهاب إلى مرمى النفايات ونحو محطات المعالجة واسترجاع المواد أصبح أمراً ضرورياً في المملكة العربية السعودية للحفاظ على البيئة وحماية صحة المجتمع، إضافة إلى إنتاج مواد لها قيمة مضافة كالأسمدة الطبيعية. وفي الوقت الراهن يتم استرجاع جزء بسيط من المخلفات لصناعة الكمبوست في المملكة، لكنه بجودة لا تستجيب للمعايير الدولية.

في هذه الدراسة تم تصميم سلسلة من التجارب لاختبار إمكانية استخدام مادة الزيولايت والفحم العضوي لتحسين عمليات تخمير مخلفات بقايا الطعام داخل أوعية أو مفاعلات للتخمير. لتجربة التخمير بإضافة ما نسبته ١٠% وكذلك ١٥% من الوزن الإجمالي لخليط التخمير من مادة الزيولايت الخام أو المعالج ومقارنة نتائج التخمير مع العينة الضابطة التي لم يضاف إليها الزيولايت. واتضح أن لإضافة مادة الزيوليت أثر إيجابي بالغ على عملية التخمير. وكان الأثر البارز على استقرار الخليط، بالمقارنة مع العينات الضابطة عندما كانت نسبة الزيوليت في الخليط ١٥% من مجمل الوزن. وبمقارنة إضافة الزيولايت الخام مع ذلك الذي تمت معالجته، لوحظ أن لإضافة الزيولايت المعالج الأثر الأكبر. بالإضافة إلى ذلك، لوحظ أن الوصول إلى مرحلة الحرارة العالية (الثيرموفيلك) كانت أسرع وبقيت لمدة أطول بإضافة الزيولايت، وسجلت التجربة تناقصاً في نسبة المحتوى الرطوبي الأمثل لعملية التخمير بإضافة الزيولايت المعالج.

لإنتاج الفحم العضوي المستخدم في تجارب التخمير تم استخدام مخلفات الحدائق. وكان إعداد الفحم الطبيعي في مستويين مختلفتين لدرجة حرارة، (٣٥٠ م° أو ٤٥٠ م°)، وكانت إضافة الفحم إلى مادة التخمير بنسبتين مختلفتين كذلك، (١٠% أو ١٥% من الوزن الإجمالي لخليط مادة التخمير). ومن

مقارنة النتائج مع عينة الضبط، وجد أن الخليط المعالج بمادة الفحم العضوي بلغ درجة حرارة التفاعل الحراري (الثرموفيلك) في وقت أسرع من عينة الضبط التي لم يضاف إليها الفحم، وارتفع معدل تحلل المادة العضوية بنسبة ١٤,٤% إلى ١٥,١%. وارتفعت نسبة NH_4^+ من ٣٧,٨% إلى ٤٥,٦%، كما ارتفعت نسبة NO_3^- بمقدار ٥٠ - ٦٢%. وكان ارتفاع درجة الحرارة وارتفاع تركيز كل من (NO_3^- وكذلك NH_4^+) الأكثر بروزاً عند مستوى ١٥% للفحم الطبيعي بالوزن. وباستخدام معايير ولاية كاليفورنيا من الولايات المتحدة الأمريكية، وألمانيا، والنمسا، فقد بلغت عملية التخمير، بعد إضافة الفحم العضوي، حالة الاستقرار عند ٥٠ إلى ٦٠ يوم. ويذكر أنه ليس هناك اختلاف في معاملات التخمير بين الفحم الذي تم إنتاجه في درجة حرارة ٣٥٠ م° وذلك الذي تم إنتاجه في ٤٥٠ م°. لهذا، ولأن الطاقة المطلوبة لإنتاج الفحم في درجة حرارة ٣٥٠ م° أقل، توصي هذه الدراسة بإضافة هذا النوع لاستقرار مواد التخمير بنسبة ١٥% من الوزن. ولوحظ كذلك، ارتفاع تركيز الأمونيوم والنترات (NO_3^- وكذلك NH_4^+) بنسبة ١١,١، ٢١,٥ على التوالي عند مقارنتها مع العينات التي أضيف إليها الزيولات الخام. ومن قياس عدة معاملات لمستوى نضج الخليط واستقرار مادة الكمبوست، كنسبة المحتوى الرطوبي، التوصيل الكهربائي، ومستوى التحلل الحيوي للمادة العضوية، ونسبة الكربون الكل، والمحتوى النيتروجين اللاعضوي، والنترتة، ومعيار إنبات البذور، اتضح أن الخليط بلغ حالة الاستقرار بعد ٦٠ يوماً، وهذا متطابق مع المعايير الدولية لجودة الكمبوست.

كانت مجموعة التجارب الثالثة والأخيرة لقياس أثر محسنات التربة الناتجة (الكمبوست) على نمو النباتات. وفيها تم تخفيف تركيز عصارة الكمبوست (السوائل المستخلصة من الكمبوست)، مرة قبل تهويتها وأخرى بعد التهوية، وبنسب مختلفة، (٠، ٢٥، ٥٠ و٧٥%)، باستخدام الماء المقطر. وتم توظيف طرق مبتكرة لتجهيز البذور في عصارة الكمبوست لتقييم عمليات ومعاملات تنبيت ونمو النباتات المختبرة. وقد لوحظ، عند مقارنة عمليات التنبيت والنمو بين البذور التي تعرضت للتهوية وكذلك التي لم تتعرض للتهوية مع عينات الضبط، زيادة عمليات التنبيت والنمو للعينات المعالجة. وبالنسبة للتخفيف، أظهرت عصارة الكمبوست التي تم تخفيفها بنسبة ٥٠% أو ٧٥% زيادة في معدل تحفيز عملية التنبيت بنسبة ١٣%، كما أثرت على طول الجذور والسيقان بنسبة ٧٠%، وسارعت في عملية التنبيت بنسبة ٣١,٢١%. وفي الخلاصة، فإن تجهيز البذور ومعالجتها بعصارة الكمبوست المخففة بنسبة ٥٠% أو ٧٥% تعتبر عملية صديقة للبيئة، وأن العصارة سماد عضوي مستدام لإنتاج وزراعة النباتات

EVALUATING THE POTENTIAL OF VARIOUS NATURAL RESOURCES IN THE AEROBIC BIOCONVERSION OF FOOD WASTE TO ORGANIC FERTILIZER

By

Muhammad Waqas

A thesis submitted for the partial fulfillment of the requirements of the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Environmental Sciences

Supervisor. Dr. Asad Siraj Abu. Raziza

FACULTY OF METEOROLOGY, ENVIRONMENT AND ARID LAND AGRICULTURE
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH-SAUDI ARABIA

Jumada Al-Awwal, 1439 H – Feburary, 2018 G

EVALUATING THE POTENTIAL OF VARIOUS NATURAL RESOURCES IN THE AEROBIC BIOCONVERSION OF FOOD WASTE TO ORGANIC FERTILIZER

Muhammad Waqas

ABSTRACT

In the Kingdom of Saudi Arabia the significant growth in population, urbanization, and tourism to Islamic holiest places result in massive production of municipal solid waste (MSW). The annual generation rate of MSW is up to 15 million tons in Saudi Arabia. Food waste is the largest waste stream (up to 51%) of MSW, with an annual production of 8 million tons, which mainly dispose to landfills without any material recovery. Disposal of such organic-rich waste to landfills is resulting in several environmental and public health problems, including greenhouse gas (GHG) emissions, air pollution and contamination of soil and water bodies. Therefore, the need of diverting food waste from landfills to resource recovery facilities has become an imperative need in KSA to safeguard the local environment and public health along with the production of value-added products such as organic fertilizer. In KSA, a small amount of MSW is treated through traditional methods for making compost, whose quality donot agree with the international compost quality standards.

In this study, a series of experiments were designed and carried out to examine the potential of natural zeolite and biochar for the process optimization of food waste composting using an in-vessel compost bioreactor. For composting experiments with zeolite; raw and modified natural zeolite was applied at 10 and 15% (w/w) of the total waste and compared with the un-amended control trails. Modification of natural zeolite was carried out through a sequential hydrothermal treatment. The addition of natural zeolite in composting materials significantly improved the composting process. The prominent results against compost stability parameters were observed at 15% zeolite concentration. When comparing raw and modified natural zeolite, the prominent results were observed for modified natural zeolite. In addition, it was noticed that the rapid and

long-term thermophillic temperature and optimum moisture content reduction were recorded for modified natural zeolite. Furthermore, by peak values, the total ammonium (NH_4^+) and nitrate (NO_3^-) concentration in modified natural zeolite were increased by 11.1 and 21.5% respectively in comparison to raw zeolite. Different parameters for compost maturity such as moisture contents, electrical conductivity, organic matter degradation, change in total carbon, mineral nitrogen contents, and nitrification and germination index showed that stability was achieved after 60 days of composting, which was in line with the international compost quality standards.

For composting experiments with biochar, lawn waste was used to prepare biochar at two different temperatures such as 350 and 450°C, and applied at the rates of 10 and 15% (w/w) of the total waste. Results showed that in comparison to control trials, biochar-amended compost mixtures rapidly achieved the thermophilic temperature, increased the organic matter degradation by 14.4 to 15.3%, concentration of NH_4^+ by 37.8 to 45.6% and NO_3^- by 50 to 62%. The most prominent effects in term of achieving rapid thermophilic temperature and a higher concentration of NH_4^+ and NO_3^- were observed at 15% (w/w) biochar. According to compost quality standard of United States (US), California, Germany, and Austria, the compost stability because of biochar addition was achieved in 50 to 60 days. Nonetheless, the biochar produced at 450°C had similar effects as to biochar produced at 350°C for most of the compost parameters. Therefore, it is recommended to produce biochar at 350°C to reduce the energy requirements for resource recovery of biomass and should be added at a concentration of 15% (w/w) to the composting materials for achieving a stable compost.

The third and final set of experiments were conducted to examine the effects of the produced compost on the crop. Aerated and non-aerated compost teas (compost liquid extracts) were prepared and diluted at various concentrations of 0, 25, 50 and 75% with distilled water. In addition, a novel method of seed priming in compost tea was employed to evaluate its effects on the germination and growth parameters of the tested crop. It was observed that in comparison to control treatment, both the aerated and non-aerated compost teas increased the germination and seedling growth. Among compost teas

dilution, stimulatory effects in term of measured growth parameters were observed at 50 and 75% teas dilution. Similarly, in comparison to unpriming, seed priming in compost teas increased the germination rate by 13%, root and shoot length by more than 70% and reduced the mean germination time by 31.21%. It was concluded that seed priming in compost tea with 50 and 75% dilution could be a successful eco-friendly organic liquid fertilizer for sustainable plant production.