EFFECT OF BIO-INOCULANTS AND SOME NATURAL RESOURCES ON THE QUALITY OF RICE STRAW COMPOST

By

YASSER ARABY GHARIB EL-TAHLAWY
B.Sc. (Chemistry & Zoology), Menofia University, 1999
M.Sc. (Agricultural Microbiology), Ain Shams University, 2006

A thesis submitted in partial fulfillment
of
the requirements for the degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

in

Agricultural Sciences (Agricultural Microbiology)

Department of Agricultural Microbiology
Faculty of Agriculture
Ain Shams University

2013

Approval Sheet

EFFECT OF BIO-INOCULANTS AND SOME NATURAL RESOURCES ON THE QUALITY OF RICE STRAW COMPOST

By

YASSER ARABY GHARIB EL-TAHLAWY

B.Sc. (Chemistry & Zoology), Menofia University, 1999
M.Sc. (Agricultural Microbiology), Ain Shams University, 2006

This thesis for Ph.D. degree has been approved by:

Dr. Michael Rezk Allah Gohar ……
Prof. Emeritus of Agriculture Microbiology, Faculty of Agriculture, Cairo University.

Dr. Abd El-Wahab Mohamed Abd El-Hafez ……
Prof. Emeritus of Agriculture Microbiology, Faculty of Agriculture, Ain Shams University.

Dr. Wedad El-Tohamy El-Siad Eweda (Principle supervisor) …….
Prof. Emeritus of Agriculture Microbiology, Faculty of Agriculture, Ain Shams University.

Date of Examination:23/1/ 2013

EFFECT OF BIO-INOCULANTS AND SOME NATURAL RESOURCES ON THE QUALITY OF RICE STRAW COMPOST

By

YASSER ARABY GHARIB EL-TAHLAWY

B.Sc. (Chemistry & Zoology), Menofia University, 1999
M.Sc. (Agricultural Microbiology), Ain Shams University, 2006

Under the supervision of:

Dr. Wedad El-Tohamy Eweda

Prof. Emeritus of Agric. Microbiology, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Cairo, Egypt (Principle supervisor).

Dr. Atef Fathalla Mohamed Abdel-Wahab

Head of Researches in Agric. Microbiology, Soil, Water and Environment Research Institute, Agricultural Research Center, Giza, Egypt.

ABSTRACT

Yasser Araby Gharib El-Tahlawy: Effect of Bio-Inoculants and Some Natural Resources on the Quality of Rice Straw Composting. Unpublished Ph.D. Thesis, Department of Agric. Microbiology, Faculty of Agricultural, Ain Shams University, 2013.

Six piles of rice straw, as a primary material, were constructed to evaluate various scenarios of composting under controlling of multifarious bio-inoculant sources, represented with farmyard manure (FM), cultural inoculant (LC-Ino.) and/or aerated compost tea (ACT), in order to achieve biotransformation process; as well as tracking some physical, chemical and biological changes along the biotransformation process. Microorganisms *Phanerochaete chrysosporium, Trichoderma viride* and *Trichoderma harzianum* fungi were used as a lignocellulose decomposers to form a composite Bio-inoculant. The data revealed that treatments led to variation in the rate and degree of temperature changes pattern, some physiochemical properties as well as biological criteria that in return affect the stability/maturity characteristics of the outcome product. The pile that received farmyard manure resulted in higher bulk density, more salinity and less organic matter losses. Although C/N ratio was nearly acceptable level for mature compost in all piles (ranged from 17.12 - 20.22), the addition of bio-inoculant rapidly produced more stable and mature compost as indicated by maturity indexes and germination assessment. An experiment was conducted in a greenhouse to assay the suitability of the biologically prepared outcome composts, with different strategies, as a peat substitute into the growing media, for nurseries of tomato and cucumber seedlings production. Control media consisted of peat moss, vermiculite and sandy soil in the ratio of 1:1:1 v/v/v. The compost treatments were represented by 100% compost (Mix-1) or substituted peat ingredient of control with different types of compost (Mix-2). The assessment was observed on the base of emergence status as well as some biometric aspects of seedlings. Generally, both tomato and cucumber seedlings behaved similar trends toward such treatments on the

seedlings emergences as well as biometric aspects. Despite of negative effects of the compost treatments on the seed emergence, the substitution of peat with compost led to promotion of seedling. Partially addition of compost increased the biometric indices, which were significantly correlated with greenness index as compared with control. However, the absolute compost media led to inhibition of the seed germination as well as retarding the growth. The compost type that was produced with action of lignocellulose decomposers or compost tea recorded the best results for both vegetables, particularly when partially added to the growth media.

Key words: Rice straw, Composting, Bio-inoculant resources; Lignocellulose decomposers, Compost quality, Nurseries of tomato and cucumber.

ACKNOWLEDGMENTS

Firstly and foremost, the Praise and thanks be to **"Allah"** for to complete this study which would not have been possible without giving me the best guidance, assisting and ability.

It is with immense gratitude that I acknowledge the support and help of my professor **Dr. Wedad Tohamy Ewada,** Professor of Agricultural Microbiology, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, for the active supervision.

I would to evoke and dedicate this work to the soul of both **Dr. Magdy Ismael** (Agric. Microbiol. Dept., Agric. Fac., Ain Shams Univ.) and **Dr. Samir Abd El-Wahab** (Agric. Microbiol. Dept., Agric. Fac., Agricultural Research Center) the mercy of "ALLAH" for them.

I would like to thank **Dr. Mohamed Said Sharaf**, Associate Professor of Agricultural Microbiology, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, for the his continuous stimulation for me.

It gives me great pleasure in acknowledging the support and help of Professor **Dr. Atef Fathalla Mohamed Abd El-Wahab**, Agricultural Microbiology, Soils, Water and Environment Research Institute, Agricultural Research Center (ARC), for helpful guidance and continuous assistance in writing, preparing and directing of this manuscript.

I am indebted to my classmates of Agric. Microbiol. Dept., Soils, Water and Environ. Res. Inst., Agric. Res. Center (ARC), for their encouragements and for use of all facilities.

Thanks are also extended to all staff members of Agricultural Microbiology Dept., Fac. Agric., Ain Shams Univ., for their valuable advice and cooperation.

CONTENTS

خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. LIST OF TABLES .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. LIST OF FIGURES.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. LIST OF ABBREVIATIONS .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 1. INTRODUCTION.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2. REVIEW OF LITERATURE.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.1. Agricultural wastes as public nuisance..
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.1.1. Rice straw as agricultural waste....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.1.2. Vinasse as agro-industrial pollutant.
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.2. Composting as integrated waste management strategy ...
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.3. Composting and compost definitions ....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.4. Biotransformation during composting process....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.5. Evaluation of stability/maturity of compost ..
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.6. Inoculation strategies and its specific goals...
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 2.7. Compost suitability for growth media ..
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3. MATERIALS AND METHODS .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.1. Materials .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.1.1. Ingredients of piles' recipes .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.1.2. Inoculant microorganisms.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.1.3. Media used .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.1.4. Aerated compost tea (ACT) .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.1.5. Seeds used .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.1.6. Growth media ingredients.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2. Methods .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.1. Composite inoculants (LC-Ino.) preparation
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.2. Aerated compost tea (ACT) preparation
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.3. Piles construction .....

خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.4. Sampling and sample preparation .
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.5. Physical assessments.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.5.1. Temperature pattern .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.5.2. Dry matter and water content.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.5.3. Bulk density .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.5.4. Water holding capacity (WHC) . .
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6. Chemical analysis.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.1. pH and electrical conductivity (EC) values
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.2. Cation exchange capacity (CEC).
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.3. Organic matter.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.4. Easily oxidizable organic carbon.
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.5. Dissolved organic carbon (DOC).
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.6. Total nitrogen.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.7. Determination of total mineralized nitrogen.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.8. Total phosphorus.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.9. Available phosphorus.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.10. Humification .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.6.11. E_4/E_6 coefficient.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.7. Biological assays.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.7.1. Total viable count of aerobic heterotrophs
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.7.2. Microbial activity.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.7.3. Dehydrogenase enzymes activity.
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.7.4. Potential static respiration index .
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.7.5. Germination index.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.8. Nurseries experiment .....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.9. Emergence status.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.10. Biometric measures.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.2.11. Nutritional status.....
خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة. 3.3. Data processing.....

4. RESULTS AND DISCUSSION ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
Part I: The progressive biotransformation during rice straw composting and compost production ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1. Physical transformations..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1.1. Temperature course..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1.1.1. Temporal temperature pattern (TTP) .. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1.1.2. Spatial temperature pattern (STP)..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1.1.3. Temperature frequency ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1.2. Bulk density ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1.3. Water holding capacity ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.1.4. Aesthetic transformations ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2. Chemical transformations..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2.1. Hydrogen ion concentration (pH) . **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2.2. Electrical conductivity (EC)..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2.3. Cation exchange capacity..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2.4. Organic matter transformations..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2.5. Nitrogen transformations ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2.6. Phosphorus transformations..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.2.7. Humification process ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.3. Biological aspects during composting.. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.3.1. Changes in microbial community . **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.3.2. Microbial activity..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.3.3. Phytotoxicity ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.4. Evaluation of final compost..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
Part II: The oriented application of the outcome composts **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.5. Evaluation of growth media in nurseries..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.5.1. Seedlings emergence status..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.5.2. Seedlings growth..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
4.5.3. Greenness index ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
5.1. Conclusions: ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
5.2. Recommendations: ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
6. SUMMARY ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**
7. REFERANCES ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

LIST OF TABLES

Table 1. The main estimated parameters of ingredients used into compost recipe. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 2. The main characteristics of used compost and compost tea .. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 3. The main characteristics of ingredients used into seedlings growth media ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 4. Recipes of the composting treatments ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 5. Changes of bulk density and water holding capacity during composting of rice straw under different sources of inoculation. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 6. Hydrogen ion concentartion (pH) and electrical conductivity (EC) at 15-day intervals during the composting process. .... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 7. Changes in cation exchange capacity during composting process. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 8. Changes in some characters of organic matter during composting process..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 9. Changes in the nitrogen forms and nitrification index during composting of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 10. Transformation of phosphorus during composting course of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 11. Fractionation and quantification of humified carbon during composting process of rice straw. .... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 12. Humification indices during composting process of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 13. Microbial activities as indicated by respiration index and dehydrogenase enzymes activity during composting. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 14. Changes in phytotoxicity during composting of rice straw. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 15. Some physiochemical, biological and maturity properties of the outcome products (compost). ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 16. Seedlings emergence (S%) and relative seedling emergence (SL%) percentages over transplanting period of tomato (Solanum lycopersicum). ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 17. Seedlings (S%) emergence and relative seedling emergence (SL%) percent over transplanting period of cucumber (Cucumis sativus). ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 18. Effect of compost types and/or ratio on some biometric characters of 45 day old tomato (Solanum lycopersicum) seedlings in nurseries ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 19. Effect of compost types and/or ratio on some biometric characters of 45 day old cucumber (Cucumis sativus) seedlings in nurseries. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 20. The overall correlation matrix between growth parameters of tomato and cucumber seedlings. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Table 21. Greenness index of tomato (Solanum lycopersicum) and cucumber (Cucumis sativus) seedlings in nurseries. . **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

LIST OF FIGURES

Figure 1. Temporal temperature profiles of rice straw composting under different investigated strategies..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 2. Different stages of rice straw composting process under various stratigies of inoculation. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 3. A visual summary of the distribution of temperature values during thermal phases along composting process. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 4. Spatial gradient of temperature over the composting process of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 5. Relative distribution of spatial temperature zones during thermal phases of composting process. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 6. Distribution of entire temperature overall during composting of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 7. Overall frequency distribution of temperature over composting process of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 8. Changes in bulk density and water holding capacity of rice straw during composting under different treatments. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 9. Changes of water holding capacity as a dependant variable on other factors..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 10. Hydrogen ion concentration (pH) and electrical conductivity at 15 day intervals during the composting process. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 11. Changes in cation exchange capacity during composting process..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 12. The correlation between CEC_{DM} with dissolved organic carbon, organic matter and humic acid percentages of rice straw composting. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 13. Changes of organic matter and biodegradability of rice straw during composting process..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 14. Changes of organic and dissolved carbon during rice straw composting process ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 15. Organic matter loss and C/N ratio during composting process. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 16. Total-N percentages in all piles over the composting processs of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 17. Total nitrogen percentages overall the composting process as under effect of different treatments..**خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 18. Changes in the organic and inorganic nitrogen during composting process. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 19. Changes in the ammonia-N and nitarte-N during composting of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 20. Total phosphorus over composting course under effect of various treatments..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 21. Available phosphorus over composting course under effect of various treatments..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 22. Changes in availability phosphorus at sampling intervals of composting process. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 23. Fractionation of humified carbon during composting process of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 24. Humification indices during composting process of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 25. Changes in the mesophilic microbial community during the composting course..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 26. Changes in thermophilic microbial community during the composting process. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 27. Changes of respiration index and dehydrogenases during composting process. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 28. Changes in phytotoxicity during composting process of rice straw. ..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 30. Relative seedlings percentage (SL%) of tomato (*Solanum lycopersicum*) over transplanting period. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 31. Relative seedlings percentages (SL%) of cucumber (*Cucumis sativus*) over transplanting period. . **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 32. Effect of compost types and/or ratio on some biometric characters of tomato (*Solanum lycopersicum*) seedlings in nurseries..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 33. Effect of compost types and/or ratio on some biometric characters of cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings in nurseries..... **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**

Figure 34. Relative greenness index of tomato (*Solanum lycopersicum*) and cucumber (*Cucumis sativus*) seedlings in nurseries. **خطأ! الإشارة المرجعية غير معرّفة.**