PROJECT CODE : SUT7-715-45-12-12

Research Report

Study of Temperature Distribution and Heat Generation in an Aerobic Composting Process Using Finite Difference Method

Asst.Prof. Dr. Ranjna Jindal

School of Environmental Engineering
Institute of Engineering
Suranaree University of Technology

Funded by Suranaree University of Technology 2002 Fiscal Budget

RESEARCH RESULTS ARE THE RESEARCHER'S SOLE RESPONSIBILITY

October 2002

บทคัดย่อ

การทำปุ๋ยหมักคือการทำของเสียให้เสถียรภาพที่ต้องการสภาวะแวดล้อมที่ดีที่สุดของอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน, ความชื้น และการให้อากาศ เพื่อให้ผลเป็นอุณหภูมิเทอร์โมฟิลลิค ในการศึกษานี้ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นและการกระจายตัวของอุณหภูมิในกระบวนการทำปุ๋ยหมักแบบให้อากาศของขยะอินทรีย์ได้ถูกนำมาวิเคราะห์ การศึกษาของกระบวนการมีพื้นฐาน มาจากการตรวจวัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นในกองปุ๋ยหมักกับอัตราการเป่าอากาศที่แตกต่างในถังปุ๋ยหมักทรงกระบอกสี่ใบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 ม. ยาว 1 ม. ขยะประเภทเศษอาหารเก็บมาจากตลาดสด ส่วนเศษขยะจากสนามหญ้า (เศษใบไม้และเศษหญ้า) เก็บมาจากบริเวณบ้านที่อยู่อาศัย ส่วนผสมของขยะมีอัตราส่วนคือ 1:0.03 โดยน้ำหนักสำหรับ เศษอาหาร : เศษหญ้า เพื่อให้ได้อัตราส่วนของคาร์บอนต่อไนโตรเจนเท่ากับ 20-30:1 การให้อากาศเป็นไปตามทางยาวของถังผ่านท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ½ นิ้ว อัตราการเป่าอากาศของการทดลอง RUN I, II, III และ IV คือ 1.8, 3.6, 5.4 และ 10 ลบ.ม./วัน ตามลำดับ อุณหภูมิในกองปุ๋ยหมักได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 2-3 วันแรก อุณหภูมิสูงสุดพบว่าอยู่ที่จุดกึ่งกลางของกองปุ๋ย ผลคือ 64 °C, 51.8 °C, 55.4 °C และ 58.9°C ในวันที่ 15, 20, 10 และ 9 สำหรับการทดลอง RUN I, II, III และ IV ตามลำดับ อุณหภูมิจะถึงที่สภาวะเสถียรภาพหลังจาก 24-35 วัน ค่าการนำความร้อนที่ใช้ในการศึกษาได้มาจากการทดลองของตัวอย่างปุ๋ยต่าง ๆ และค่าเฉลี่ยคือ 0.53 วัตต์/ม./°C ค่าการกระจายความร้อนที่คำนวนได้คือ 2×10^{-7} ตร.ม./วินาที explicit finite difference method และสมการความร้อน 1 มิติ ของ Fourier ในแนวรัศมีของวงกลม เพื่อที่จะหาแบบแผนทางคณิตศาสตร์สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ พลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (วัตต์/ลบ.ม.) ได้ถูกประมาณคือ 133, 221.4, 242 และ 483.7 วัตต์/ลบ.ม. สำหรับการทดลอง RUN I, II, III และ IV ตามลำดับ ผลการศึกษาบ่งชี้ว่าการกระจายตัวของอุณหภูมิและพลังงานความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทำปุ๋ยหมักแบบใช้อากาศนั้น มีผลกระทบจากอัตราการเป่าอากาศ

ABSTRACT

Composting is a waste stabilization process that requires optimum operating conditions of C/N ratio, moisture, and aeration to achieve thermophilic-temperatures. In this study, heat generation and temperature distribution during the in-vessel aerobic composting of organic fractions of municipal solid waste were investigated. The process evaluations were based on monitoring temperature rise in composting mass with different aeration rates. Four insulated cylindrical composters made of zinc sheets with 0.5 m diameter and 1 m length were used. Food waste collected from fresh food market and household yard waste were mixed at a ratio of 1:0.03 by weight to obtain a C/N ratio of 20-30:1. Air was supplied length-wise to the central axis of the composters through ½" PVC pipes. Aeration rate provided for four experimental runs, RUN I, II, III and IV were 1.8, 3.6, 5.4 and 10 m^3/d, respectively. Rapid temperature rise during composting runs was found within the fist few days (1-3 days). The maximum temperatures detected at the center of the composting mass, were 64 °C, 51.8 °C, 55.4 °C and 58.9°C on the 15^{th}, 20^{th}, 10^{th}, and 9^{th} day of RUN I, II, III and IV, respectively. The temperatures were stabilized (ambient temperature) after about 24-35 days. Thermal conductivity of the composted material was experimentally determined on the samples from different runs and the average was 0.53 W/m/°C. The thermal diffusitivity was calculated to be 2×10^{-7} m^2/s. A numerical scheme was developed by using explicit finite difference method with one-dimensional Fourier's heat equation along radial directions. Using the numerical scheme, heat generated per unit volume during each run were obtained to be 133, 221.4, 242 and 483.7 W/m^3 for RUN I, II, III and IV, respectively. The results indicated that temperature profiles and heat generation during the aerobic composting process were influenced by aeration rates.