

บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: MRG5380280

ชื่อโครงการ: โครงการผลของซิลเวอร์อนุภาคนาโนต่อกระบวนการไนตริฟิเคชัน และการเพิ่มศักยภาพด้วยเทคนิคการดักติดเซลล์

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: ผศ.ดร. สุมนา สิริพัฒนานกุล มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
 Prof. Dr. Eakalak Khan North Dakota State University
 รศ.ดร. อลิสา วังใน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อีเมล: ensumasi@ubu.ac.th; jeans_sumana@yahoo.com

ระยะเวลาโครงการ: 2 ปี

บทคัดย่อ: ซิลเวอร์อนุภาคนาโน (AgNP) ถูกผลิตและใช้เพิ่มมากขึ้นอย่างชัดเจนส่งผลให้มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดการปนเปื้อนของ AgNP ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งหมายรวมถึงระบบบำบัดน้ำเสียด้วย การศึกษานี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษาผลของ AgNP ต่อกระบวนการไนตริฟิเคชันและปรับปรุงระบบด้วยเทคนิคการดักติดเซลล์ โดยการศึกษาครอบคลุมปัจจัยความเข้มข้นของแอมโมเนียและ AgNP เริ่มต้น และวัสดุดักติด (ชนิดและขนาด) การทดลองศึกษาปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันใช้หลักเรสไพโรเมตริก นอกจากนี้การทดลองยังได้สังเกตลักษณะเซลล์จุลินทรีย์และวัสดุดักติดด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนและส่องกราดและส่องผ่าน ผลการศึกษาพบว่ากระบวนการไนตริฟิเคชันและแอมโมเนียออกซิเดชันเป็นไปตามโมเดลของ Michaelis-Menten โดยมีค่าอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (OUR_{max}) เท่ากับ 0.2132 และ 0.2273 mg-O₂/L/min และค่าคงที่ K_s เท่ากับ 5.42 และ 15.87 mg-N/L ตามลำดับ AgNP ส่งผลให้ OUR_{max} และ K_s ลดลง โดยในกรณีดังกล่าวกระบวนการไนตริฟิเคชันและแอมโมเนียออกซิเดชันเป็นไปตามจลนพลศาสตร์เชิงยับยั้งแบบไม่มีการแข่งขัน (ค่าคงที่การยับยั้ง (K_i) เท่ากับ 9.3 และ 5.5 mg/L ตามลำดับ) ความเข้มข้นของแอมโมเนียเริ่มต้นไม่มีผลต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันในขณะที่ความเข้มข้นของ AgNP (0.25-10.00 mg/L) ยับยั้งปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันร้อยละ 8-38 และปฏิกิริยาแอมโมเนียออกซิเดชันร้อยละ 14-28 นอกจากนี้ยังพบว่ากรณีที่มี AgNP ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันของเซลล์ดักติดด้วยแคลเซียมแอลจีเนต (CA) และพอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (PVA) สูงกว่าเซลล์อิสระ เซลล์ดักติดด้วย CA (ร้อยละ 64-100) คงกัมปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันดีกว่าเซลล์ดักติดด้วย PVA (ร้อยละ 4-87) สำหรับการศึกษาขนาดของเซลล์ดักติดพบว่าเซลล์ในวัสดุดักติดขนาดใหญ่มีประสิทธิภาพสูงกว่า จากผลการสังเกตโครงสร้างระดับจุลภาคพบว่า AgNP ส่งผลทำให้ผิวของเซลล์และไฮโดรพลาสซึมถูกทำลายเป็นเหตุให้ปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันลดลงเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าวัสดุดักติดสามารถลดผลลบของ AgNP ต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชันได้

คำหลัก : การดักติดเซลล์ ลักษณะทางกายภาพของเซลล์ ในทรีฟโคชัน เรสไฟโรเมตรี ซิลเวอร์
อนุภาคนาโน

Abstract

Project Code: MRG5380280

Project Title: Effect of silver nanoparticle on nitrification process and performance enhancement using cell entrapment technique

Investigator: Assist.Prof. Sumana Siripattanakul, Ph.D., Ubon Ratchathani University
 Prof. Eakalak Khan, Ph.D., North Dakota State University
 Assoc.Prof. Alisa Vangnai, Ph.D., Chulalongkorn University

E-mail Address: ensumasi@ubu.ac.th; jeans_sumana@yahoo.com

Project Period: 2 years

Abstract: Silver nanoparticles (AgNPs) have substantially increased in production and utilization resulting in potential of AgNPs contamination in environment including wastewater treatment plants. This study aimed to investigate effects of AgNPs on nitrification process and enhance the system by cell entrapment technique. Initial ammonia and AgNP concentrations, and entrapment materials and matrix sizes were the variables. Nitrification activity was investigated using a respirometric assay. Scanning and transmission electron microscopic observations of the microbial cells and entrapment matrices were also performed. Results showed that nitrification and ammonia oxidation followed Michaelis-Menten model with maximum oxygen uptake rates (OUR_{max}) 0.2132 and 0.2273 mg-O₂/L/min and half saturation coefficients (K_s) of 5.42 and 15.87 mg-N/L, respectively. Presence of AgNPs resulted in lower OUR_{max} and K_s . The nitrification and ammonia oxidation processes in the case followed uncompetitive inhibition kinetics with inhibition constants (K_i) of 9.3 and 5.5 mg/L, respectively. The initial ammonia concentration did not influence the nitrification activity while the AgNP concentrations (0.25-10.00 mg/L) inhibited the nitrification activity (8-38% compared to the control) and ammonia oxidation activity (14-28% compared to control). In the presence of AgNPs, both calcium alginate (CA) and polyvinyl alcohol (PVA)-entrapped cells had higher nitrification activity compared to free cells. Nitrification activity in the presence of AgNPs by the CA-entrapped cells was better than that of the PVA-entrapped cells (64-100% versus 4-87% compared to without AgNPs). Cells entrapped in a larger matrix size performed better. Based on micro-structural observation, AgNPs caused damages to cell surface and cytoplasm which very likely led

to decreased nitrification activity. The entrapment matrices successfully reduced the adverse effects of AgNPs on nitrification activity.

Keywords : cell entrapment, cell physiology, nitrification, respirometry, silver nanoparticle