ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดไฮโดรเจนซัลไฟด์ออกจากก๊าซชีวภาพโดยถังกรองชีวภาพด้วยเชื้อที่คัดเลือก

ผู้เขียน นางสาวสุลาวัลย์ จันทิม

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อ.ดร. ปฏิรูป ผลจันทร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการกำจัดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ในก๊าซชีวภาพโดยถังกรองชีวภาพ ซึ่งมีพิษต่อร่างกายและก่อให้เกิดการกัดกร่อนเครื่องจักรต่างๆที่ใช้ก๊าซชีวภาพ โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน ในส่วนแรกคัดเลือกเชื้อที่เหมาะสมจากตัวกลางในถังกรองชีวภาพจริงที่ใช้ในฟาร์มสุกร 4 แห่ง ผลที่ได้พบเชื้อที่มีศักยภาพ 2 ไอโซเลต คือ RB1 และ CM1 เมื่อใช้เทคนิคทางด้านอณูชีววิทยาพบว่าเชื้อ RB1 และ CM1 มีความเหมือนกับเชื้อแบคทีเรียจีนัส *Bacillus megaterium* และ *Paracoccus* sp. อยู่ที่ 99% และ 98% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญของเชื้อพบว่าเชื้อ CM1 มีปริมาณสูงที่สุดบนตัวกลางฝาพลาสติกคือ $1.13x10^{10}$ cfu/ลิตรของตัวกลาง ในวันที่ 3 ของการเพาะเชื้อ ซึ่งมากกว่า RB1 ถึง 1.79×10^4 เท่า และยังพบว่าไอโซเลต CM1 มีอัตราการทำปฏิกิริยาในรูปการผลิตซัลเฟตที่สูงกว่าไอโซเลต RB1 จึงเลือก CM1 ไปทดลองต่อไปในถังกรองชีวภาพ ในส่วนที่สองเป็นการทดลองระบบถังกรองชีวภาพในระดับห้องปฏิบัติการโดยใช้เชื้อ ที่คัดเลือกได้กับก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียฟาร์มสุกร ศึกษาผลของปัจจัย คือ ชนิดของตัวกลางที่ใช้ Space Velocity (SV) และอัตราการพ่นน้ำต่อประสิทธิภาพในการกำจัด H_2S การทดลองออกแบบตามทฤษฎี Factorial Design โดยแต่ละปัจจัยได้ถูกกำหนดให้มีค่าสูงและต่ำ และออกแบบให้การทดลองซ้ำ 2 ครั้ง ทำให้เกิดสภาวะของการทดลอง 16 การทดลอง พบว่าที่ค่า Space Velocity ต่ำ (10 ชม.$^{-1}$) มีประสิทธิภาพการกำจัด H_2S สูงถึง 100 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนที่ค่า Space Velocity สูง (50 ชม.$^{-1}$) มีประสิทธิภาพการกำจัด H_2S ต่ำกว่า 70% ทำให้ทราบได้ว่าค่า Space Velocity เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัด H_2S อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ยังพบผลของปัจจัยที่มีต่อกันระหว่างชนิดของตัวกลางและอัตราการพ่นน้ำต่อการกำจัด H_2S โดยเมื่อใช้ตัวกลางเป็นฝาพลาสติก พบว่าประสิทธิภาพการกำจัด H_2S จะสูงที่อัตราการพ่นน้ำที่สูง ในขณะที่เมื่อใช้เซรามิกเป็นตัวกลางประสิทธิภาพการกำจัด H_2S จะสูงที่อัตราการพ่นน้ำต่ำ และเมื่อทำการหาชนิดและปริมาณของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้จากการออกซิไดซ์ H_2S พบว่า SO_3^{2-} มีปริมาณน้อยกว่า 1 % ส่วนปริมาณของ SO_4^{2-} และ S^0 นั้นขึ้นอยู่กับค่า SV โดยที่ SV ต่ำ (10ชม.$^{-1}$) พบปริมาณ SO_4^{2-} เป็นผลิตภัณฑ์หลัก ส่วนที่ SV สูง (50 ชม.$^{-1}$) จะพบปริมาณ S^0 เป็นผลิตภัณฑ์หลัก นอกจากนี้พบว่า ถังกรองชีวภาพที่เพาะเชื้อ CM1 สามารถรับอัตราภาระบรรทุก H_2S ได้สูงกว่าเชื้อที่ถูกรายงานว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด H_2S ที่สูง เช่น *Thiobacillus thioparus* ส่วนที่สามทำการหาสภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัด H_2S ออกจากก๊าซชีวภาพโดยถังกรองชีวภาพ โดยแปรผันค่า SV เท่ากับ 20 30 และ 40 ชม.$^{-1}$ ซึ่งพบว่าจากผลของความเข้มข้น H_2S ที่ต่ำ (769 – 1474 ppm_v) กว่าความเข้มข้นของ H_2S ที่ใช้กับ 16 การทดลองที่ทำการศึกษาก่อนหน้านี้อย่างเห็นได้ชัดเจน (1213 – 4795 ppm_v) จึงทำให้การกำจัด H_2S ทั้ง 3 สภาวะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามค่า SV เท่ากับ 20 ชม.$^{-1}$ เป็นค่าที่แนะนำให้ใช้ในการดำเนินระบบถังกรองชีวภาพเพื่อให้สามารถกำจัด H_2S ได้อย่างสมบูรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title Optimum Condition in Hydrogen Sulfide Removal from Biogas by Biofilter with Selected Culture

Author Miss Sulawal Jantim

Degree Master of Engineering (Environmental Engineering)

Thesis Advisor Dr. Patiroop Pholchan

ABSTRACT

Study of hydrogen sulfide, the toxic and corrosive gas, removal from biogas by the biofilter was conducted in this research. The experiment was devided into 3 parts. In the first part, the suitable culture was screened from packing materials of 4 biofilters used at different piggery farms. Two potential cultures, namely RB1 and CM1, were obtained and identified using the molecular technique to be 99% and 98% similar to *Bacillus megaterium* and *Paracoccus sp*., respectively. Comparison of the growth rate showed that maximum amount of CM1 on the plastic packing material was found after 3 days of inoculated and equal to 1.13×10^{10} cfu/l of packing material, which was 1.79×10^{4} times higher than that of RB1. Moreover, CM1 was also found to be able to oxidize thiosulphate to sulphate at the higher rate than RB1. Thus CM1 was selected to be used in the second part of experiment, in which performance of the lab-scale biofilter in removing H_2S from the real biogas was investigated. Effects of 3 factors, i.e. type of packing material, space velocity (SV), and rate of water spraying, on the biofilter efficiency in removing H_2S were studied. The experiments were designed using the Factorial design of experiment. Two levels of each studied factor (designated as high and low) were used and each condition was done in duplicate resulting in 16 experiments being conducted. At SV = 10 h^{-1}, H_2S was completely

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

removed whilst at SV = 50 h^{-1}, H_2S removal efficiency was lower than 70%. This showed that SV was the factor that significantly affected H_2S removal efficiency. In addition, interaction between type of packing material and rate of water spraying was also found. Higher H_2S removal efficiency was observed when plastic was used with higher rate of water spraying, whereas H_2S was removed to the greater extent at lower rate of water spraying using ceramic as the packing material. Less than 1% of SO_3^{2-} was found as the end product of H_2S oxidation, whilst amounts of SO_4^{2-} and S^0 depended on the operated SV. SO_4^{2-} and S^0 were observed as the main and product when biofilter was operated at low SV (10 h^{-1}) and high SV (50 h^{-1}), respectively. Compared to other cultures reported to remove H_2S efficiently, e.g. T.*thioparus*, biofilter inoculated with CM1 could be operated at higher H_2S loading rate. The optimum SV was determined by operating biofilter at SV equal to 20, 30, and 40 h^{-1} in the third part of experiment. As H_2S concentrations generated during these experiments was relatively low (769 – 1474 ppm_v compared to 1213 – 4795 ppm_v detected at previous experiments), H_2S was found to be completely removed at all studied SV levels. Nevertheless, the biofilter inoculated with CM1 was recommended to be operated at SV = 20 h^{-1} to assure the complete H_2S removal.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved