บทคัดย่อ

T 146416

ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟตภายใต้สภาวะไม่ใช้อากาศ สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายผ่าน 2 ปฏิกิริยาคือ sulfate reduction และ methanogenesis สัดส่วนของสารอินทรีย์ที่ถูกใช้แต่ละปฏิกิริยาขึ้นกับความสามารถในการแข่งขันในการใช้สารอาหารระหว่าง sufate reducing bacteria (SRB) และ methane producing bacteria (MPB) ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียในด้านการกำจัดซีโอดี คุณภาพและปริมาณก๊าซมีเธนที่ผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพและเสถียรภาพของระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศ ทั้งที่เป็นระบบแบบดั้งเดิม (ถังปฏิกรณ์แบบ CSTR) และถังปฏิกรณ์ประสิทธิภาพสูง (ถังปฏิกรณ์แบบลูกผสม) ในการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟตสูง เพื่อให้ทราบถึงความเข้มข้นของซัลเฟตที่ระบบทั้ง 2 แบบสามารถรับได้

จากการศึกษาในถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ที่ป้อนน้ำเสียจากกระบวนการผลิต native starch ที่อัตราการป้อนสารอินทรีย์ 0.5 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร/วัน และระยะเวลากักเก็บ 15 วัน มีการเติมซัลเฟตที่ความเข้มข้น 1.3, 2.6, 5.3 และ 16 กรัม/ลิตร เปรียบเทียบกับถังที่ไม่มีการเติมซัลเฟต (ถังควบคุม) เป็นเวลา 4 รอบ HRT พบว่าประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและผลิตก๊าซมีเธนลดลงมากขึ้นเมื่อป้อนซัลเฟตปริมาณสูงขึ้น ความเข้มข้นของซัลเฟตที่มีผลต่อการกำจัดซีโอดีคือที่ความเข้มข้นสูงกว่า 1.3 กรัม/ลิตร โดยที่ความเข้มข้นของซัลเฟตที่ป้อน 2.6, 5.3 และ 16 กรัม/ลิตร ทำให้การกำจัดซีโอดีลดลง เป็นร้อยละ 63, 53 และ 53 ตามลำดับ เมื่อประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีลดลง พบว่ามีการสะสมของกรดอินทรีย์และแป้งรวมทั้งซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ ซึ่งมีส่วนทำให้ค่าซีโอดีในน้ำที่ออกจากระบบสูงขึ้น ส่วนที่ความเข้มข้นของซัลเฟต 1.3 กรัม/ลิตร ไม่มีผลต่อการกำจัดซีโอดี โดยสามารถกำจัดซีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80 ตลอดการทดลองเช่นเดียวกับถังควบคุม

ส่วนประสิทธิภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของซัลเฟตที่ป้อนสู่ระบบตั้งแต่ 1.3 กรัม/ลิตร ทำให้การผลิตก๊าซชีวภาพลดลง ปริมาณก๊าซมีเธนที่ผลิตในแต่ละความเข้มข้นของซัลเฟต คือ 145, 21, 10 และ 6 มิลลิลิตร/วัน หรือมีอัตราการผลิตมีเธนเป็น 0.16, 0.03, 0.02 และ 0.01 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด ตามลำดับ เมื่อเทียบกับถังควบคุมที่มีก๊าซมีเธนเกิดขึ้น 250 มิลลิลิตร/วัน อัตราการผลิตมีเธน 0.27 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด การที่ถังที่ป้อนซัลเฟตผลิตก๊าซมีเธนลดลงเนื่องจากเกิดการแข่งขันในการใช้สารอาหารระหว่าง SRB และ MPB โดยที่ความเข้มข้นของซัลเฟต 1.3 กรัม/ลิตร MPB ยังคงแข่งขันในการใช้สารอาหารกับ SRB จึงยังมีการผลิตมีเธนได้ 0.16 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด ส่วนที่ความเข้มข้น 2.6, 5.3 และ 16 กรัม/ลิตร SRB สามารถแข่งขันชนะ MPB และเป็น dominance ทำให้ใช้สารอาหารส่วนมากในระบบ จึงมีการรีดิวซ์ซัลเฟตไปเป็นซัลไฟด์มาก ซึ่งซัลไฟด์ที่เกิดขึ้นมีผลยับยั้งกิจกรรมของแบคทีเรียในระบบ จึงเห็นได้ว่าการกำจัดซีโอดีและซัลเฟตลดลง เมื่อทำการศึกษาผลของซัลเฟตต่อประสิทธิภาพของถังปฏิกรณ์แบบ CSTR ที่ภาระการเติมสารอินทรีย์สูงสุดคือ 1 กิโลกรัมซีโอดี/ลูกบาศก์เมตร/วัน และป้อนซัลเฟตที่ความเข้มข้น 3.3, 6.6, 13.3 และ 40 กรัม/ลิตร พบว่าทุกความเข้มข้นของซัลเฟตมีผลทำให้การกำจัดซีโอดีและการผลิตก๊าซมีเธนลดลง และทำให้ระบบล้มเหลวลงอย่างรวดเร็ว

ในการศึกษาผลของซัลเฟตในถังปฏิกรณ์ประสิทธิภาพสูงแบบลูกผสมที่ความเข้มข้นของซัลเฟต 3.5 และ 4 กรัม/ลิตร พบว่าไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี โดยสามารถกำจัดซีโอดีได้ร้อยละ 89 และ 84 ตามลำดับ โดยระบบมีปริมาณกรดอินทรีย์สะสมอยู่ไม่สูงมากนัก แต่ทั้งนี้พบว่าที่ความเข้มข้นของซัลเฟต 3.5 และ 4 กรัม/ลิตร อัตราการผลิตก๊าซมีเธนเป็น 0.22 และ 0.09 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดี ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงก่อนที่มีการป้อนซัลเฟตซึ่งมีอัตราการผลิตก๊าซมีเธน 0.24 ลูกบาศก์เมตร/กิโลกรัมซีโอดีที่ถูกกำจัด จากผลของประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีและการผลิตก๊าซมีเธน เห็นได้ว่าความเข้มข้นของซัลเฟตที่ถังปฏิกรณ์แบบลูกผสมสามารถรับได้คือ 3.5 กรัม/ลิตร โดยที่ประสิทธิภาพการทำงานของระบบอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณซัลเฟตที่ระบบสามารถรับได้ระหว่างถังปฏิกรณ์แบบ CSTR และถังปฏิกรณ์แบบลูกผสม คือ 1.3 และ 3.5 กรัม/ลิตร คิดเป็นอัตราการรับซัลเฟต 0.087 และ 1.53 กิโลกรัมซัลเฟต/ลูกบาศก์เมตร/วัน ตามลำดับ จะเห็นว่าถังปฏิกรณ์แบบลูกผสมมีความสามารถในการรับปริมาณซัลเฟตได้สูงกว่าถังปฏิกรณ์แบบ CSTR

Abstract

TE 146416

In anaerobic treatment process of sulfate-containing wastewater, the degradation of organic matter can be involved via sufate reduction and methanogenesis. The proportion of organic matter degradation depended on the competition between methane producing bacteria (MPB) and sulfate reducing bacteria (SRB) for the available electron donors. It will be resulted in the potential of the effectiveness of treatment process in term of quality and quatity of the biogas production. Therefore, the study in this work aim to determine the efficiencies of anaerobic treatment and biogas production in both conventional reactor (CSTR) and high rate reactor (hybrid reactor) under sulfate-rich wastewater. The sulfate concentration that anaerobic treatment system can be handle will be studied in this research.

The study in CSTR fed with wastewater from native starch at organic loading rate 0.5 kgCOD/m^3/d and hydraulic retention time 15 days was used to carry out for study the effect of sulfate concentration at 1.3, 2.6, 5.3 and 16 g/l and compared to control (no sulfate added). After 4 cycles of HRT (60 days) the COD removal efficiency and methane production decreased when sulfate concentration increased. The COD removal efficiency was 63, 53 and 53 % at sulfate concentration 2.6, 5.3 and 16 g/l, respectively. The COD removal efficiency decreased with the accumulation of volatile organic acid, starch and sulfide in effluent. The concentration of sulfate 1.3 g/l was not effect on COD removal efficiency and the efficiency was more than 80 % that similar to control reactor. The methane production efficiency was 145, 21, 10 and 6 ml/d or

0.16, 0.03, 0.02 and 0.01 $m^3/KgCOD_{removed}$ at sulfate concentration 1.3, 2.6, 5.3 and 16 g/l, respectively. Comparison to the control reactor, the methane production and yield was 250 ml/d and 0.27 $m^3/KgCOD_{removed}$, respectively. The methane production decreased because of the competition in substrate utilization between SRB and MPB. At sulfate concentration of 1.3 g/l, MPB competed with SRB for electron donors, however sulfate concentration at 2.6, 5.3 and 16 g/l SRB out-competed MPB. The predominance of SRB resulted in high sulfide accumulation in the reactor which can inhibit the microorganism in anaerobic treatment. Moreover this research was also studied the effect of sulfate at maximum loading at 1 $kgCOD/m^3/d$ fed with sulfate concentration of 3.3, 6.6, 13.3 and 40 g/l . The removal of COD and methane production was failure at short time of operation for these conditions.

The COD removal efficiency of high rate anaerobic hybrid reactor was 89 and 84 % when fed with sulfate concentration at 3.5 and 4 g/l, respectively. These concentration were not much effect on efficiency of COD removal. However the methane production slightly decreased from 0.24 to 0.22 $m^3/KgCOD_{removed}$ when fed with sulfate 3.5 g/l ; whereas slightly increased sulfate concentration to 4 g/l , the methane production gradually decreased to 0.08 $m^3/KgCOD_{removed}$. It was noted that 3.5 g/l of sulfate concentration was not effected on the performance of hybrid reactor.

When comparing the capacity of sulfate loading with less effect on the COD removal and methane production of CSTR and Hybrid reactor, it was found that hybrid reactor was capable to load higher sulfate (3.5 g/l or 1.53 kg $SO_4^{2-}/m^3/d$) than CSTR (1.3 g/l or 0.087 kg $SO_4^{2-}/m^3/d$) .