บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพ ในระบบบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นจุลินทรีย์ต่ำ เช่นระบบบ่อเติมอากาศ การกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพประกอบด้วยกระบวนการหลัก 2 กระบวนการ คือกระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการ ดีไนทริฟิเคชัน ในการศึกษาได้ทำการทดลองในปฏิกรณ์ขนาด 40 ลิตร เพื่อศึกษาอิทธิพลของตัวแปรต่างๆใน กระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการดีไนทริฟิเคชันของน้ำเสียสังเคราะห์ จากผลการทดลองได้ทำการคำนวณหาค่าคงที่ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบกระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการดีไนทริฟิเคชันของระบบบ่อเติมอากาศ ที่สามารถนำไปคำนวณหาระยะเวลาของกระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ในลำดับสุดท้าย เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของค่าคงที่ต่างๆโดยใช้น้ำเสียจริงจากโรงงานอาหารทะเลในการทดลองแล้วทำการเปรียบเทียบเวลาในแต่ละขั้นตอนกับค่าที่ได้จากการคำนวณที่ใช้ค่าคงที่ที่ได้จากการทดลองขั้นต้น

การทดลองส่วนแรกเป็นกระบวนการไนทริฟิเคชัน ที่มีการศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ความเข้มข้น BOD_5 TKN และ จุลินทรีย์ในช่วง 0-4000 mg/L 100-1200 mg/L และ 0-600 mg/L ตามลำดับ และ pH ในช่วง 2.7-10.0 ในขั้นตอนนี้ทำการเติมออกซิเจนในน้ำเสียเพื่อให้มีสภาวะมีอากาศโดยควบคุมให้มีค่าออกซิเจนละลายประมาณ 2.5 mg/L ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการเกิดไนเทรตสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์ดีที่สุดทีสภาวะที่มีความเข้มข้นจุลินทรีย์ 600 mg/L คือ ความเข้มข้น BOD_5 300 ± 50 mg/L ความเข้มข้น TKN 300 ± 50 mg/L และ pH 8.0 ± 0.2 โดยการเกิดไนเทรตและการกำจัดบีโอดี ที่ระยะเวลาในการเติมอากาศ 7 วัน เท่ากับ 89.24 และ 94% ตามลำดับ

การทดลองส่วนที่สองเป็นการทดลองดำเนินการกระบวนการดีไนทริฟิเคชันซึ่งดำเนินการต่อเนื่องหลังจากที่ได้ดำเนินการเติมอากาศในกระบวนการไนทริฟิเคชันเป็นระยะเวลา 7 วัน ในขั้นตอนนี้ไม่มีการเติมอากาศในระบบเพื่อให้มีสภาวะแอนอ็อกซิก การทดลองประกอบด้วยการศึกษาผลของระบบที่ไม่มีการเติมคาร์บอน ระบบที่มีการเติมคาร์บอนจากเมทานอล และน้ำเสียตั้งต้นที่ COD/NO_3^--N เท่ากับ 3.8 พบว่า ผลการทดลองพบว่าระยะเวลาในการกำจัดไนโตรเจนเพื่อที่จะให้น้ำทิ้งมีค่า BOD และ TKN ต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง เท่ากับ 17 7 และ 14 วัน ตามลำดับ และเมื่อระยะเวลาในกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน 7 วัน จะมีประสิทธิภาพการในการกำจัดไนโตรเจนเท่ากับ 3.08 93.73 และ 20.93% ตามลำดับ ถึงแม้ระบบที่มีแหล่งคาร์บอนจากน้ำเสียจะมีประสิทธิภาพการกำจัไนโตรเจนต่ำกว่ากรณีการใช้เมทานอล แต่ก็จะเป็นวิธีที่เหมาะสมกว่าในการใช้งานจริงเพราะความสะดวกในการเดินระบบ และการมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า จากการ ศึกษาประสิทธิ

ภาพการกำจัดไนโตรเจนของระบบที่มีการเติมน้ำเสียตั้งต้นเป็นแหล่งคาร์บอนในช่วง COD/NO_3^--N เท่ากับ 1.5-10.0 พบว่า ค่า COD/NO_3^--N เท่ากับ 6.0 จะมีประสิทธิภาพการกำจัดไนโตรเจนสูงสุด

การทดลองส่วนที่สาม เป็นการคำนวณหาค่าคงที่ของกระบวนการไนทริฟิเคชันและกระบวนการดีไนทริฟิเคชันจากผลการทดลองในสองส่วนแรก พบว่า ค่าคงที่ของกระบวนการไนทริฟิเคชัน ได้แก่ อัตราการเติบโตจำเพาะสูงสุด ($\mu_{N,m}$) เท่ากับ 0.6243 วัน$^{-1}$ สัมประสิทธิ์ปริมาณผลิตเซลล์ (Y_N) เท่ากับ 1.94 มก.MLVSS/มก.N สัมประสิทธิ์การเน่าเปื่อย ($k_{d,N}$) เท่ากับ 1.47 วัน$^{-1}$ และค่าคงที่ของกระบวนการดีไนทริฟิเคชัน ได้แก่ อัตราการเกิดดีไนทริฟิเคชันที่ 20°C (U_{DN}) เท่ากับ 0.0227 มก.NO_3-N / (มก.MLVSS .วัน)

ในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของค่าคงที่ โดยการใช้น้ำเสียจากโรงงานอาหารทะเลทำการทดลอง ซึ่งมีลักษณะสมบัติของน้ำเสีย คือ ความเข้มข้น BOD_5 TKN และ pH เท่ากับ 306 mg/L 193 mg/L และ 7.73 ตามลำดับ พบว่า ความเข้มข้น BOD_5 และ TKN จะต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง เมื่อเกิดกระบวนการไนทริฟิเคชัน 7 วัน ซึ่งจากการคำนวณใช้ระยะเวลา 4.9 day แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาจากการทดลองและจากการคำนวณจะมีความแตกต่างกัน 30% ทั้งนี้มีสาเหตุมาจาก ค่าคงที่ที่ใช้ในการคำนวณจากการทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์ ซึ่งมีสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย ส่วนในการทดลองน้ำเสียจริงที่เหลือสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากแล้ว เพราะมีการผ่านบ่อบำบัดมาบางขั้นตอน ดังนั้น ระยะเวลาในกระบวนการไนทริฟิเคชัน ในระบบจริงจึงมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ ประมาณ 30-35 % ส่วนในกระบวนการดีไนทริฟิเคชันนั้นค่าระยะเวลาที่ได้จากการคำนวณ และการทดลองได้ผลที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากสารคาร์บอนในการทดลองได้จากการเติมน้ำเสียใหม่

ค่าคงที่ที่ได้จากการทดลองสามารถนำไปใช้ในการคำนวณระยะเวลาของกระบวนการไนทริฟิเคชันและดีไนทริฟิเคชันของระบบบำบัดน้ำเสียประเภทอื่นๆ เช่นน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำยางข้น น้ำเสียจากกระบวนการผลิตยางพาราแผ่น ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการกำหนดขนาดระบบการกำจัดไนโตรเจนทางชีวภาพได้

Abstract

This research was aimed to study the biological removal efficiency of nitrogen of low sludge concentration wastewater treatment plant such as aerated lagoon system. The biological nitrogen removal composed of 2 processes, nitrification and denitrification. The experiments were performed in a reactor of 40 liters for determination the effects of the operating parameters of nitrification and denitrification process of synthetic wastewater. The experimental results were used to evaluate all necessary constants needed for calculation of the retention time of the nitrification and denitrification process of aerated lagoon system that finally use to determine the nitrogen removal plant size. In the last part , actual seafood wastewater was used as the feed.

In the first part the experiments were carried out for the nitrification process where aerobic condition was induced by oxygen supply and maintained dissolved oxygen at 2.5 mg/L . To study the effects of the parameters, the BOD, TKN and microorganism concentration in the synthetic wastewater were varied from 0-4000 mg/L, 100-1200 mg/L and 0-600 mg/L, respectively and the pH was varied from 2.7-10.0. The experimental results showed that the optimum condition of nitrate formation in the synthetic wastewater containing microorganism of 600 mg/L was the feed water of BOD, TKN and pH of 300 $\pm$ 50 mg/L, 300 $\pm$ 50 mg/L and 8.0 $\pm$ 0.2, respectively. The efficiency of nitrate formation and BOD removal at the aeration time of 7 days was 89.24 and 94%, respectively.

In the second part, after 7 days of nitrification process , anoxic condition was performed for 3 different operating conditions , not adding a carbon source adding methanol and adding actual wastewater to produce a COD/NO_3^--N ratio of 3.8. The results showed that to meet the standard effluent values of BOD and TKN, the detention times needed for denitrification process were 17, 7 and 14 days, respectively. The nitrogen removal efficiencies of the three proposed systems at equal 7 days of denitrification process were 3.08, 93.73 and 20.93%, respectively. Eventhough the nitrogen removal efficiency of the system using actual wastewater as carbon source was

lower than that using methanol, it seemed to be more practical because of economic reason. It was found that among different values of COD/NO_3^--N ratio from 1.5-10.0 of this system, the highest efficiency was at the ratio of 6.0.

In the third part, the nitrification and denitrification process constants of synthetic wastewater in aerated lagoon system were evaluated using the experimental results from the second part. The experimental results showed that for the nitrification process constants, the maximum specific growth rate ($\mu_{N,m}$) was 0.6243 day^{-1}, the yield coefficient (Y_N) was 1.94 mg.MLVSS/mg.N, the endogenous decay coefficient ($k_{d,N}$) was 1.47 day^{-1}, and the denitrification process constant, the specific denitrification rate (U_{DN}) was 0.0227 mgNO_3-N / (mgMLVSS .day).

In the last part, seafood wastewater of BOD of 306 mg/L, TKN of 193 mg/L and pH of 7.73 was used as feed. The experimental results showed that the effluent quality meet the standard effluent values regulated by IWD after 7 days of nitrification and 7 days of denitrification. It was found by calculation that at this effluent quality , it needed only 4.3 days for nitrification, less than that of the experiment about 30-35 % because the removal efficiency of the degradation of the retained carbonaceous carbon after a certained stage of wastewater treatment plant was less than that of the synthetic wastewater. In denitrification stage, as the carbonaceous carbon source obtained from the feed wastewater, the experimental retention time was about the same obtained from the calculation.

The designed constants obtained from this research can be used for the calculation of the retention times of nitrification and denitrification processes of other types of wastewater such as the wastewater from concentrated latex industry, the rubber sheet production that finally used for determination of the nitrogen removal plant size.