บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต กล่าวคือ ใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค เกษตรกรรม และอุตสาหกรรม รวมทั้งใช้เป็นเส้นทางการคมนาคมทางน้ำในอดีตจนถึงปัจจุบัน จากการเพิ่มขึ้นของประชากร การขยายตัวของชุมชนเมือง การทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และโรงงานอุตสาหกรรมที่กำลังขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วส่งผลให้มีความต้องการที่จะใช้น้ำในกระบวนการผลิตหรือการชะล้างทำความสะอาดวัตถุดิบต่าง ๆ เพิ่มสูงขึ้นด้วย ทำให้เกิดปัญหาการปล่อยน้ำเสียระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่งผลให้แหล่งน้ำสาธารณะเหล่านั้นเกิดความเสื่อมโทรมและเน่าเสีย ตลอดจนทวีความรุนแรงขึ้น ระบบบำบัดน้ำเสียจึงถูกนำมาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดน้ำเสียก่อนปล่อยกลับสู่สิ่งแวดล้อมเพื่อรักษาคุณภาพน้ำให้ดีและได้มาตรฐานน้ำทิ้งตามที่กำหนด ระบบบำบัดน้ำเสียที่นิยมใช้ คือ ระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพแบบแอคติเวเต็ทสลัดจ์ (Activated sludge processes) ซึ่งอาศัยหลักการทางชีวภาพในการกำจัดสารอินทรีย์ ประกอบด้วยถังเติมอากาศ (Aerobic bioreactor) ที่ต้องเติมออกซิเจนอย่างเพียงพอสำหรับการหายใจของจุลชีพและการผสมของจุลชีพและสารอินทรีย์ ทำให้มีการกำจัดสารอินทรีย์อย่างมีประสิทธิภาพ หากมวลของสารอินทรีย์ที่เข้าสู่ระบบสูงขึ้น ปริมาณออกซิเจนก็ต้องเพิ่มสูงขึ้น ทำให้มีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น สำหรับระบบบำบัดน้ำเสียขั้นสูงมักมีการกำจัดธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสเพราะธาตุอาหารเหล่านี้ทำให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ในแหล่งน้ำนิ่งต่าง ๆ ที่มักใช้เป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับผลิตน้ำประปา เช่น อ่างเก็บน้ำ เพราะแหล่งน้ำมักอุดมไปด้วยธาตุอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสและส่งผลให้สาหร่ายและพืชน้ำต่าง ๆ เจริญได้ดีและรวดเร็ว ต่อมาอาจทำให้แหล่งน้ำเกิดการเน่าเสียเพราะสาหร่ายและพืชน้ำมีปริมาณที่หนาแน่นและกีดขวางแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่องผ่านลงไปใต้น้ำ ทำให้สาหร่ายและพืชที่อยู่ใต้น้ำไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้และตายในที่สุด หรืออาจส่งผลให้สัตว์อื่นที่กินพืชเหล่านั้นเป็นอาหาร ขาดแหล่งอาหาร ทำให้สัตว์น้ำเหล่านั้นตาย อีกทั้งสาหร่ายบางชนิดก็มีความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตด้วย

เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียที่เรียกว่า Integrated Fixed Film Activated Sludge (IFAS) คือระบบบำบัดน้ำเสียชีวภาพที่ผสมผสานระหว่างระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอคติเวเต็ทสลัดจ์ที่มีจุลินทรีย์แขวนลอยอยู่ในน้ำเสียและระบบไบโอฟิล์มที่จุลินทรีย์ยึดเกาะอยู่กับผิวของตัวกลาง (Media) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพสำหรับการกำจัด

สารอินทรีย์และธาตุอาหารไนโตรเจนที่มีประสิทธิภาพสูง ระบบมักมีการติดตั้งตัวกลางลงในถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ ปัจจุบัน กำลังเป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐอเมริกา กลุ่มประเทศยุโรปและประเทศในเอเชียหลาย ๆ ประเทศ เช่น จีน ญี่ปุ่น เป็นต้น (Johnson et al., 2006) เพื่อแก้ไขปัญหาของระบบบำบัดน้ำเสีย เช่น อุณหภูมิต่ำในบางช่วงเวลาของปีที่ทำให้จุลินทรีย์เจริญได้ไม่ดี หรือในกรณีที่มีปริมาณสารอินทรีย์และไนโตรเจนที่เข้าสู่ระบบสูงขึ้น การที่จะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพเช่นเดิมจำเป็นต้องมีการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ให้มากขึ้น หากถังตกตะกอนไม่ได้ถูกออกแบบไว้รองรับหรือพื้นที่ที่ต้องใช้ในการขยายขนาดถังเติมอากาศ หรือถังตกตะกอนมีขนาดจำกัดไม่สามารถรองรับปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ก็จะส่งผลทำให้เกิดปัญหาต่อประสิทธิภาพของถังตกตะกอนและคุณภาพของน้ำทิ้งได้ ระบบไบโอฟิล์มที่ผสมผสานเข้ามาในถังเติมอากาศของระบบบำบัดแบบ แอคติเวเต็ทสลัดจ์นั้น ทำให้มีจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นในระบบ และจุลินทรีย์ที่ยึดเกาะอยู่บนผิวตัวกลางมีความหนาแน่นสูง ดังนั้น ค่าอายุตะกอนสลัดจ์ (Sludge Age) หรือค่า Solid Retention Time (SRT) ของจุลินทรีย์บนผิวตัวกลางจึงมีค่าสูง จุลินทรีย์ที่มากขึ้นทำให้สามารถกำจัดสารอินทรีย์และธาตุอาหารไนโตรเจนในน้ำเสียได้มากขึ้น ปัจจัยที่สำคัญเป็นลำดับต้นๆของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS คือ การสร้างไบโอฟิล์มของจุลินทรีย์บนผิวของตัวกลาง ชั้นไบโอฟิล์มของจุลินทรีย์นั้นประกอบไปด้วยเซลล์แบคทีเรียต่างๆที่ถูกเชื่อมและยึดกันด้วยสารที่มีลักษณะคล้ายเจลและเป็นสารโพลีเมอร์ที่มีประจุเรียกว่า Extracellular Polymeric Substances (EPSs) ซึ่งเป็นสารจำพวกโพลีแซคคาไลด์ โปรตีน กรดนิวคลีอิค และอื่น ๆ เสถียรภาพของไบโอฟิล์มนั้นดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับสาร EPS ที่ถูกสร้างขึ้น นอกจากนั้น Dunne และ Burd (1992) ได้ศึกษาผลกระทบของ pH ต่อการเกาะติดบนพลาสติกของแบคทีเรีย *Staphylococus epidermidis* จำนวน 5 สายพันธุ์ พบว่า pH ระหว่าง 5-6 ลดการเกาะติดของจุลินทรีย์บนพลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับการเกาะติดที่ค่า pH เท่ากับ 7 อย่างไรก็ตาม การเพิ่มค่า pH เป็น 8 ทำให้การเกาะติดของแบคทีเรียจำนวน 2 สายพันธุ์เพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น หาก pH มีผลกระทบต่อการสร้างสาร EPS ทำให้เกิดสาร EPS แตกต่างกันก็อาจทำให้เกิดการสร้างชั้นไบโอฟิล์มได้เร็วแตกต่างกันได้

ดังนั้นโครงการวิจัยนี้ จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของ pH ที่มีต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นและอัตราการเกิดไบโอฟิล์มบนตัวกลางในถังเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS เพื่อศึกษา pH ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเกิดเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นและอัตราการเกิดไบโอฟิล์มบนตัวกลางในถังเติมอากาศในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของ pH ที่มีต่อปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่นในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS
2. เพื่อศึกษาผลของ pH ที่มีผลต่ออัตราการเกิดไบโอฟิล์มบนตัวกลางในถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS

ขอบเขตของงานวิจัย

การทดลองในครั้งนี้ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ในการทดลองซึ่งมีองค์ประกอบเคล้ายคลึงกับน้ำเสียชุมชน การทดลองแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 มีปริมาณสารอินทรีย์ป้อนเข้าสู่ระบบเท่ากับ 400 mg/L และ ระยะที่ 2 มีปริมาณสารอินทรีย์ป้อนเข้าสู่ระบบเท่ากับ 800 mg/L การทดลองระยะที่ 1 เดินระบบบำบัดน้ำเสีย IFAS จำนวน 2 ระบบ กำหนดให้ระบบ IFAS 1 มีค่า pH เท่ากับ 7.5 และระบบบำบัดน้ำเสีย IFAS 2 มีค่า pH เท่ากับ 8.5 เมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้วโดยดูจากผลการทดลองเมื่อเทียบกับเวลาแล้ว ผลการทดลองที่ได้ในแต่ละครั้งไม่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา ทำการเก็บผลการทดลอง หลังจากนั้น จึงทำการเติมตัวกลางชนิด Bioweb® ลงไปในถังเติมอากาศรอให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวจึงเก็บผลการทดลองอีกครั้ง การทดลองระยะที่ 2 ทำการเดินระบบบำบัดน้ำเสียจำนวน 4 ระบบ คือระบบ AS, IFAS 1, IFAS 2 และ IFAS 3 ให้ระบบ AS เป็นระบบควบคุม และทำการเติมตัวกลางชนิด Bioweb® ลงไปในถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสีย IFAS 1, IFAS 2 และ IFAS 3 ระบบบำบัดน้ำเสียทั้ง 4 ระบบมีค่า pH เท่ากับ 7.5 เมื่อรบบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้วจึงทำการเก็บผลการทดลอง หลังจากนั้นทำการปรับค่า pH ให้ระบบบำบัดน้ำเสีย IFAS 1 และ IFAS 3 มีค่า pH เท่ากับ 6.5 และ 8.5 ตามลำดับ ส่วนระบบบำบัดน้ำเสีย AS และ IFAS 2 มีค่า pH เท่ากับ 7.5 คงเดิม หลังจากนั้นเมื่อระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวแล้วจึงเก็บผลการทดลอง อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง28-29 องศาเซลเซียส ค่าออกซิเจนละลาย (Dissolve Oxygen, DO) อยู่ที่ 4-5 mg/L

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) ได้แก่ pH ของน้ำเสีย คือ 6.5, 7.5 และ 8.5
2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่ อัตราการเกิดไบโอฟิล์มบนตัวกลางในถังเติมอากาศของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS, ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์และการเกิดไนตริฟิเคชั่น
3. ตัวแปรควบคุม (Controlled Variables) ได้แก่ อุณหภูมิ 28 ± 29 องศาเซลเซียส, ประเภทน้ำเสีย (น้ำเสียสังเคราะห์), ระยะกักเก็บทางชลศาสตร์ (Hydraulic Retention

Time, HRT) 8 ชั่วโมง, อายุสลัจด์ (Solid Retention Time) ที่ 8 วัน, ควบคุมค่าออกซิเจนละลาย (Dissolve Oxygen,DO) 4-5 mg/L

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาครั้งนี้ จะทำให้ทราบถึงผลของค่า pH ของน้ำเสียที่มีต่อการเกิดปฏิกิริยาไนตริฟิเคชั่น และผลของค่า pH ของน้ำเสียที่มีต่ออัตราการเกิดไบโอฟิล์มบนตัวกลางรวมทั้งประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบบำบัดน้ำเสียแบบ IFAS เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University