

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง ของ Sartorius Analysis model ER-180A
2. เครื่องวัด พีเอช (pH-meter) ของ Jenway model 3310
3. เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟโฟมิเตอร์
4. โถทำแห้ง (dessicator)
5. ตู้อบ ของ Memmert model UM500
6. ตู้บ่มอุณหภูมิค่า ของ Lovibond model ET618
7. เครื่องทดสอบจาร์เทสต์ Stuart scientific (flocculator SW1)

วัตถุดิบ

น้ำเสียที่ใช้ในการศึกษาวิจัยเป็นน้ำเสียรวมที่เกิดจากน้ำใช้ทั้งหมดในโรงงานผลิตถุงมือยาง ของ บริษัท เอ็ม.อาร์. โอ. จำกัด

สารเคมี

สารสร้างตะกอน

สารละลายโพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ (polyaluminium chloride solution , PAC) มีลักษณะเป็นของเหลว สีเหลืองใส มีปริมาณอะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) 10 % หรือ 100 กรัมต่อลิตร ของ บริษัท ไทย พีเอช อิน คัสตรี จำกัด ราคาลิตรละ 7.50 บาท เตรียมไว้ที่ความเข้มข้น Al_2O_3 1 กรัม/ลิตรในน้ำกลั่น (พีเอช 1 มล. ปรับปริมาตรด้วยน้ำจนเป็น 100 มล.) เก็บไว้ในขวดโพลีเอทิลีนมีฝาปิดมิดชิดที่อุณหภูมิห้องและใช้ภายในหนึ่งสัปดาห์หลังการเตรียม

สารช่วยสร้างตะกอน

1. สารโพลิเมอร์สังเคราะห์ ประเภทขบวนการโพลีเอคริลาไมด์ (dry cationic polyacrylamide, cosmo-floc CF-114C) ลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีขาวจนถึงสีเทาขุ่น ของ บริษัท คอสโม เคมอน จำกัด ราคา กิโลกรัมละ 300 บาท เตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตรในน้ำกลั่น สำหรับการเตรียมนั้นจะทำการกวนสารละลายอยู่ตลอดเวลาหนึ่งคืน เก็บไว้ในขวดแก้วมีฝาปิดมิดชิดที่อุณหภูมิห้อง และใช้ภายในหนึ่งสัปดาห์หลังการเตรียม
2. สารโพลิเมอร์สังเคราะห์ ประเภทขบวนการโพลีเอคริลาไมด์ (dry anionic polyacrylamide, cosmo-floc CM-8118) ลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีขาวจนถึงสีเทาขุ่น ของ บริษัท คอสโม เคมอน จำกัด ราคา กิโลกรัมละ 145 บาท เตรียมไว้ที่ความเข้มข้น 1 กรัม/ลิตรในน้ำกลั่น สำหรับการเตรียมนั้นจะทำการกวนสารละลายอยู่ตลอดเวลาหนึ่งคืน เก็บไว้ในขวดแก้วมีฝาปิดมิดชิดที่อุณหภูมิห้อง และใช้ภายในหนึ่งสัปดาห์หลังการเตรียม
3. สารละลายไคโตซาน (chitosan solution) มีลักษณะเป็นของเหลวหนืด สีเหลืองใส มีปริมาณไคโตซาน 2.1% (21 กรัมต่อลิตร) ชนิดความหนืดระดับกลาง ของ ห้างหุ้นส่วนจำกัด สยามไบโอเอนท์ ราคา ลิตรละ 40 บาท เก็บในขวดโพลีเอทิลีนมีฝาปิดมิดชิดที่อุณหภูมิห้อง

วิธีดำเนินการ

1. ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของน้ำเสีย

การเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อรวม (ภาพที่ 12) ซึ่งจะเกิดขึ้นตลอดเวลาการผลิต โดยทั่วไปน้ำเสียจากบ่อรวมดังกล่าวจะไหลเข้าสู่บ่อปรับสภาพ ที่บ่อนี้จะมีลูกกลยบังคับให้น้ำถึงระดับหนึ่ง น้ำเสียก็จะถูกปั๊มเข้าสู่บ่อบำบัด โดยเก็บตัวอย่างรวมแบบคอมโพสิท (composite samples) ทุก 2 ชั่วโมงในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง โดยเก็บตามอัตราการไหล ณ เวลานั้น (คือผสมกันตามอัตราส่วนปริมาณการไหล ตัวอย่าง เช่น ถ้าอัตราการไหล ณ 09.00 น. เท่ากับ 50 ลิตร/วินาที จะต้องเก็บตัวอย่างเต็มขวด แต่หาก ณ เวลา 11.00 น. อัตราการไหลเท่ากับ 25 ลิตร/วินาที ก็จะต้องเก็บตัวอย่างน้ำเพียงครึ่งขวดเท่านั้น) เก็บแต่ละส่วนของตัวอย่างโดยใช้ขวดปากกว้างซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อย 35 มิลลิเมตร และจุได้อย่างน้อย 120 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างแต่ละขวดไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 4 °C. และนำมาผสมกันในขวดใบใหญ่ขวดเดียว เมื่อสิ้นสุดเวลาการเก็บตัวอย่างแล้วให้กรองตัวอย่างด้วยตะแกรงขนาด 20 เมช และเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C. เก็บไว้ไม่เกินสองวัน สำหรับการวิเคราะห์ จีไอดีให้เติมสารช่วยรักษา (preservative) ลงในขวดเริ่มต้นทุกขวดก่อนทำการเก็บ วิธีการดูภาคผนวก ข

1.1 หาปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยในแต่ละวัน (ลูกบาศก์เมตร/วัน) โดยวัดอัตราการไหลของน้ำทุก ๆ ชั่วโมง (ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง) ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมง เป็นเวลาหนึ่งเดือน

1.2 ตรวจสอบลักษณะของน้ำเสียทุกวันเป็นเวลาหนึ่งเดือน โดยวิเคราะห์คุณสมบัติดังต่อไปนี้

- 1.2.1 ค่าพีเอช โดยใช้เครื่องวัดพีเอช (pH meter)
- 1.2.2 ความขุ่น โดยใช้เครื่องวัดแบบเนฟโฟมิเตอร์ (Nephelometer)
- 1.2.3 บีโอดี โดยใช้วิธีเอไซด์แบบโมดิฟิเคชัน (azide modification method)
- 1.2.4 ซีโอดี โดยใช้วิธีรีฟลักซ์แบบปิด (closed reflux method)
- 1.2.5 ของแข็งละลายน้ำได้ทั้งหมด (TDS) โดยทำให้แห้งที่ 180°C .
- 1.2.6 สารแขวนลอยทั้งหมด (TSS) โดยทำให้แห้งที่ $103-105^{\circ}\text{C}$.

2. สถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการเกิดกระบวนการโคแอกกูเลชัน

ศึกษาปริมาณและพีเอชของสารช่วยสร้างตะกอนที่เหมาะสมในการช่วยสร้างตะกอนในน้ำเสียสำหรับกระบวนการโคแอกกูเลชัน โดยวิธีจาร์เทสต์ (jar test) (ภาคผนวก ข) ทดสอบที่อุณหภูมิห้อง ใช้อุปกรณ์ทดสอบจาร์เทสต์แบบมีใบพัดกวนน้ำ 6 ใบ

2.1 ศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยพีเอช ทดสอบโดยวิธีจาร์เทสต์โดยใช้ความเข้มข้นที่ 3 มก./ล. และปรับพีเอชของน้ำภายหลังจากเติมพีเอช ให้มีพีเอช 7.0, 7.5, 8.0, 8.5, 9.0 และ 10.0 วิเคราะห์น้ำใสที่ได้เพื่อหาความขุ่นและสารแขวนลอยทั้งหมด เลือกการทดลองชุดที่เหลือตะกอนน้อยที่สุดเป็นพีเอชที่เหมาะสม

2.2 ศึกษาพีเอชที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียด้วยไคโดซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ ทดสอบโดยวิธีจาร์เทสต์โดยใช้ความเข้มข้นที่ 3 มก./ล. และปรับพีเอชของน้ำภายหลังจากเติมสารเคมี ให้มีพีเอช 6.5, 7.0, 7.5, 8.0, 8.5 และ 9.0 วิเคราะห์น้ำใสที่ได้เพื่อหาความขุ่นและสารแขวนลอยทั้งหมด เลือกการทดลองชุดที่เหลือตะกอนน้อยที่สุดเป็นพีเอชที่เหมาะสม

2.3 หาชนิดและปริมาณของสารช่วยสร้างตะกอนที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสีย โดยเปรียบเทียบระหว่างไคโดซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์ประจุบวกและลบ ใช้พีเอชเป็นสารสร้างตะกอนที่ความเข้มข้น 3 มก./ล. และปรับพีเอชที่เหมาะสม (ผลจากการทดลองข้อ 2.1) ใช้ไคโดซานและโพลิเมอร์สังเคราะห์เป็นสารช่วยสร้างตะกอน ที่ช่วงความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มก./ล. และปรับพีเอชที่เหมาะสม (ผลจากการทดลองข้อ 2.2) ทดสอบโดยวิธีจาร์เทสต์ ให้เติมพีเอชช่วงกวนน้ำอย่างเร็วและเติมไคโดซานและโพลิเมอร์ช่วงกวนน้ำอย่างช้า แล้ววิเคราะห์น้ำใสที่ได้เพื่อหา

ความขุ่นและสารแขวนลอยทั้งหมด เลือกชนิดของสารช่วยสร้างตะกอนที่ทำให้เหลือตะกอนน้อยที่สุดเป็นชนิดที่เหมาะสม

2.4 หาปริมาณพีเอชและโคโคซานที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสีย โดยใช้พีเอชที่เป็นสารสร้างตะกอนที่ความเข้มข้น 0, 3, 6, 9, 12 และ 15 มก./ล. และปรับพีเอชที่เหมาะสม (ผลจากการทดลองข้อ 2.1) ใช้โคโคซานเป็นสารช่วยสร้างตะกอนในช่วงความเข้มข้น 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มก./ล. และปรับพีเอชที่เหมาะสม (ผลจากการทดลองข้อ 2.2) ทดสอบโดยวิธีจาร์เทสต์ ให้เติมพีเอชช่วงกวนน้ำอย่างเร็วและเติมโคโคซานช่วงกวนน้ำอย่างช้า แล้ววิเคราะห์น้ำใสที่ได้เพื่อหาความขุ่น, สารแขวนลอยทั้งหมดและซีไอดี เลือกการทดลองชุดที่เหลือตะกอนน้อยที่สุดสำหรับใช้ทดลองกับระบบบำบัดน้ำเสีย

3. หาประสิทธิภาพของการบำบัดน้ำเสีย เมื่อได้ปริมาณพีเอชและโคโคซานที่เหมาะสมในการตกตะกอนน้ำเสียแล้ว (ผลจากการทดลองข้อ 2.4) ให้นำไปเติมในระบบบำบัดน้ำเสียเอสบ่อที่หนึ่งของโรงงาน โดยเติมพีเอชในบ่อปรับพีเอชและปรับพีเอชให้เหมาะสม แล้วเติมโคโคซานแทนโพลิเมอร์สังเคราะห์ในบ่อรวมตัว พร้อมกันนั้นให้เดินระบบบำบัดน้ำเสียเอสบ่อที่สองตามปกติ คือใช้พีเอช 16 มก./ล. และโพลิเมอร์ประจุลบ 6 มก./ล. แล้วให้เก็บตัวอย่างน้ำก่อนบำบัด (influent) และน้ำหลังบำบัด (effluent) ทั้งสองบ่อทุกวันเป็นเวลาหนึ่งสัปดาห์ เพื่อตรวจสอบลักษณะของน้ำโดยวิเคราะห์คุณสมบัติเหมือนกับน้ำเสียก่อนบำบัด ข้อ 1.2 และให้วัดอัตราการไหลของน้ำเสียทั้งสองบ่อตลอดหนึ่งสัปดาห์เช่นกัน

ในการทดลองให้ใช้ตัวอย่างน้ำเสียจากบ่อรวมชุดเดียวกัน ให้วิเคราะห์คุณสมบัติสามครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation, SD) วิธีการออกแบบการทดลองและวิธีวิเคราะห์คุณภาพผวนก ก และ ข ตามลำดับ

4. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ วางแผนการทดลองแบบแฟกทอเรียล ดีไซน์ (factorial design) นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance-ANOVA) แบบหุ่น all fixed factors ANOVA (model I) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางสถิติ SPSS version 9.05 เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อตัวแปรตอบสนองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแต่ละทรีทเมนต์แบบ multiple comparison โดยใช้ The Least Significant Difference (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ภาคผนวก ก)