สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ชื่อวิทยานิพนธ์

ภาษาไทย : การกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยเส้นใยนุ่นที่ปรับสภาพด้วยสารลดแรงตึงผิวประจุบวก

ภาษาอังกฤษ : Polycyclic Aromatic Hydrocarbons Removal from Synthetic Wastewater by Modified Kapok Fiber with Cationic Surfactant

1.2 คำสำคัญ (Key Words)

สารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic aromatic hydrocarbons)

การดูดซับ (Adsorption)

สารลดแรงตึงผิวประจุบวก (Cationic surfactant)

เส้นใยนุ่น (Kapok fiber)

1.3 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลดีต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์ แต่ในทางกลับกันผลเสียที่เกิดขึ้นจากการปนเปื้อน เนื่องจากการปล่อยของเสียจากโรงงานและกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ก็ส่งผลย้อนกลับมาที่มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ซึ่งกระทบไปยังห่วงโซ่อาหารและวัฏจักรต่าง ๆ ในสิ่งแวดล้อมอย่างที่ไม่มีใครคาดถึงการปนเปื้อนของสารเคมีกลุ่มหนึ่งที่น่าสนใจคือ สารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

สารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนเป็นสารอินทรีย์ที่พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ สารอินทรีย์กลุ่มนี้เป็นสารปนเปื้อนหลักในน้ำท่า มีความเป็นเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็งและสารก่อการกลายพันธุ์ สารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่พบในแหล่งน้ำนั้น มักพบในปริมาณน้อยเนื่องจากสารประกอบชนิดนี้ละลายน้ำได้น้อย แต่ด้วยเหตุผลที่ว่าสิ่งมีชีวิตทุกชนิดต้องอาศัยน้ำเพื่อการดำรงชีวิต ทำให้สารประกอบกลุ่มนี้ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำเข้าสู่เซลล์สิ่งมีชีวิตและสะสมในร่างกายจนก่อให้เกิดพิษได้ (Boki et al., 2007)

ดังนั้นการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนจึงได้รับความสนใจเรื่อยมา ซึ่งกระบวนการบำบัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่ นิยมใช้คือกระบวนการดูดซับ (Adsorption) เนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสูงในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำ ตัวกลางในกระบวนการดูดซับ (Adsorbent) นิยมใช้ถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เพราะมีประสิทธิภาพการบำบัดสูงมาก แต่ข้อเสีย คือมีราคาแพงและนำกลับมาใช้ใหม่ (Regeneration) ได้ยาก (Lalvani et al., 1998) จึงมีการหาตัวกลางชนิดอื่นที่ราคาย่อมเยากว่ามาแทนถ่านกัมมันต์ ซึ่งนิยมใช้เส้นใยธรรมชาติ (Boving and Zheng et al., 2004; Mackay and Gschwend, 2000; Seo et al., 2007) และเส้นใยนุ่นก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากเส้นใยนุ่นมีราคาถูก น้ำหนักเบา และหาได้ง่าย (Lim and Huang., 2007) แต่การบำบัดด้วยกระบวนการดูดซับยังมีข้อจำกัด เนื่องจากสารประกอบกลุ่มนี้ละลายน้ำได้น้อย จึงทำให้กระบวนการดูดซับเกิดผลสัมฤทธิ์ได้ไม่เต็มที่

ดังนั้น การช่วยให้สารประกอบไฮโดรคาร์บอนละลายน้ำได้ดีขึ้นจะต้องอาศัยสารลดแรงตึงผิว เนื่องจากสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) มีคุณลักษณะอย่างหนึ่งที่ช่วยสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำได้ยากสามารถละลายน้ำได้ดีขึ้น โครงสร้างของสารลดแรงตึงผิวประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัวที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) และส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) ส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำเป็นสายไฮโดรคาร์บอนที่สามารถจับโมเลกุลที่ไม่ชอบน้ำได้ดี จึงทำให้สารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนสามารถอยู่ในน้ำได้มากขึ้น สารลดแรงตึงผิวแบ่งได้เป็น 4 ประเภทโดยใช้ประจุไฟฟ้าของส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophillic Head) เป็นเกณฑ์ ได้แก่ สารลดแรงตึงผิวประจุลบ (Anionic Surfactant) สารลดแรงตึงผิวประจุบวก (Cationic Surfactant) สารลดแรงตึงผิวไม่มีประจุ (Nonionic Surfactant) สารลดแรงตึงผิวที่มีสองประจุ (Amphoteric Surfactant หรือ Zwitterions) มีผู้สนใจนำสารลดแรงตึงผิวมาช่วยในกระบวนการดูดซับเพื่อกำจัดสารอินทรีย์โมเลกุลเล็ก ๆ เช่น ฟีนอล ไนโตรเบนซีน โดยใช้เส้นใยเซลลูโลสเป็นตัวกลาง (Aloulou et al., 2004; Boufi et al.,2006; Qu et al., 2008) ผู้วิจัยและคณะเลือกใช้สารลดแรงตึงผิวประจุบวก (Cationic surfactants) ให้มาเกาะบนเส้นใยเนื่องจากเส้นใยเซลลูโลส รวมถึงเส้นใยธรรมชาติมีประจุสุทธิเป็นลบ สารลดแรงตึงผิวที่มีประจุตรงข้าม นั่นคือประจุบวกสามารถเกาะบนเส้นใยได้มากกว่าสารลดแรงตึงผิวแบบอื่น ๆ ผลการวิจัยพบว่าสารลดแรงตึงผิวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการดูดซับและความยาวของส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำที่เพิ่มขึ้น ช่วยให้ประสิทธิภาพการกำจัดสารอินทรีย์โมเลกุลเล็กดียิ่งขึ้น

งานวิจัยชิ้นนี้จึงสนใจที่จะนำเส้นใยนุ่นซึ่งเป็นเส้นใยธรรมชาติมาแทนเส้นใยเซลลูโลสสังเคราะห์เป็นตัวกลางในการดูดซับ และทำการปรับสภาพเส้นใยนุ่นให้มีประจุลบเพิ่มขึ้นเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเส้นใยนุ่นดิบในการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน และใช้สารลดแรงตึงผิวประจุบวกสองชนิดที่มีความยาวของส่วนหางที่ไม่ชอบน้ำเท่ากันแต่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน ได้แก่ โดเดซิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (Dodecylpyridinium chloride, DPC) โดเดซิลไตรเมทธิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (Dodecyltrimethylammonium bromide, DTAB) เพื่อดูอิทธิพลของหมู่ฟังก์ชันของสารลดแรงตึงผิวที่มีต่อการดูดซับและการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำต่อไป

1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการดูดซับสารลดแรงตึงผิวประจุบวกบนเส้นใยนุ่น 2 ชนิด ได้แก่ เส้นใยนุ่นดิบและเส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบ
2. ศึกษาการดูดซับสารลดแรงตึงผิวประจุบวกที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกันบนเส้นใยนุ่น
3. ศึกษาประสิทธิภาพของการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนของเส้นใยนุ่นที่ปรับสภาพด้วยสารลดแรงตึงผิวประจุบวกที่มีหมู่ฟังก์ชันต่างกัน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ดำเนินการวิจัยในระดับห้องปฏิบัติการ ณ ศูนย์ความเป็นเลิศแห่งชาติด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย และภาควิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. สารลดแรงตึงผิวประจุบวกที่ใช้ในงานวิจัยได้แก่ โดเดซิลไตรเมทธิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (Dodecyltrimethylammonium bromide, DTAB) และ โดเดซิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (Dodecylpyridinium chloride, DPC)
3. ตัวกลางที่ใช้มี 6 ชนิด ได้แก่
   - เส้นใยนุ่นดิบ
   - เส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบ
   - เส้นใยนุ่นดิบที่ปรับสภาพด้วยโดเดซิลไตรเมทธิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (Dodecyltrimethylammonium bromide, DTAB)

- เส้นใยนุ่นดิบที่ปรับสภาพด้วยโดเดซิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (Dodecylpyridinium chloride, DPC)

- เส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบที่ปรับสภาพด้วยโดเดซิลไตรเมทธิลแอมโมเนียมโบรไมด์ (Dodecyltrimethylammonium bromide, DTAB)

- เส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบที่ปรับสภาพด้วยโดเดซิลไพริดิเนียมคลอไรด์ (Dodecylpyridinium chloride, DPC)

4. สารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่นำมาใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ฟลูออรีน (Fluorene) และฟีแนนทรีน (Phenanthrene)

5. น้ำเสียที่ใช้เป็นน้ำเสียสังเคราะห์ที่ได้จากการเตรียมฟลูออรีนและฟีแนนทรีนความเข้มข้นสูงในเมทานอลและนำมาละลายในน้ำให้มีความเข้มข้นที่ต้องการ

6. ดำเนินการทดลองแบบทีละเท (Batch) ณ อุณหภูมิห้อง

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมเส้นใยนุ่นดิบและเส้นใยนุ่นที่ผ่านกระบวนการเพิ่มประจุลบบนเส้นใย เส้นใยนุ่นดิบต้องล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ส่วนเส้นใยนุ่นที่เพิ่มประจุลบจะต้องใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชันโดยนำนุ่นมาใส่ในน้ำให้มีปริมาณนุ่นเท่ากับ 1 % โดยน้ำหนักเติม TEMPO (2, 2, 6, 6-tetramethyl-1-piperridinyloxy radical) โซเดียมโบรไมด์และโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 12 % เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาภายใต้สภาวะด่างและหยุดปฏิกิริยาด้วยเอทานอล (Aloulou et al.,2004)

2. ศึกษาสมบัติทางกายภาพของเส้นใยนุ่น โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด

3. ศึกษาการดูดซับสารลดแรงตึงผิวประจุบวกบนเส้นใยนุ่นโดยทำการศึกษาระยะเวลาที่ใช้ในการเกิดสมดุลและศึกษาความสามารถในการดูดซับสารลดแรงตึงผิวบนเส้นใยนุ่น

4. ศึกษาการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนบนตัวกลาง 6 ประเภท ได้แก่ เส้นใยนุ่นดิบ, เส้นใยนุ่นดิบปรับสภาพด้วย DTAB, เส้นใยนุ่นดิบปรับสภาพด้วย DPC, เส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบ, เส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบปรับสภาพด้วย DTAB และเส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบปรับสภาพด้วย DPC

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงความต่างของเส้นใยนุ่นดิบและเส้นใยนุ่นเพิ่มประจุลบในการดูดซับสารลดแรงตึงผิวประจุบวกและการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในน้ำเสียสังเคราะห์

2. ทราบถึงอิทธิพลหมู่ฟังก์ชันบนส่วนหัวที่ไม่ชอบน้ำของสารลดแรงตึงผิวประจุบวกที่มีต่อการดูดซับบนเส้นใยนุ่นทั้ง 2 ชนิด

3. ทราบถึงประสิทธิภาพการกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างต่างกันของเส้นใยนุ่นที่ปรับสภาพด้วยสารลดแรงตึงผิวประจุบวก

4. ทราบถึงความเป็นไปได้ในการใช้งานจริงเพื่อกำจัดสารประกอบโพลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติโดยใช้เส้นใยนุ่นที่ปรับสภาพด้วยสารลดแรงตึงผิวประจุบวก