หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองผลของความแรงไอออนและสารคีเลตต่อการดูดซับตะกั่วจากสารละลายด้วยไคโตแซน สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ความเร็วรอบในการเขย่าที่สูงขึ้น ทำให้เวลาที่ใช้สำหรับเข้าสู่สภาวะสมดุลย์ (Equilibrium Time) ลดลง เนื่องจากความปั่นป่วนที่เกิดจากการเขย่ามีผลต่อความหนาของฟิล์มน้ำซึ่งล้อมรอบไคโตแซน เมื่อความเร็วรอบในการเขย่าต่ำความหนาของฟิล์มน้ำจะหนาซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของตะกั่วเข้าไปหาไคโตแซน ทำให้ใช้เวลานานในการเข้าสู่สมดุลย์ของการดูดซับ ในขณะที่ความเร็วรอบในการเขย่าสูงน้ำไม่อาจสะสมตัวเป็นฟิล์มหนา เป็นผลให้ตะกั่วสามารถเคลื่อนที่ผ่านฟิล์มน้ำเข้าไปหาไคโตแซนได้รวดเร็วกว่า เวลาที่ใช้ในการเข้าสู่สมดุลย์ของการดูดซับเร็วกว่าการเขย่าที่ความเร็วรอบต่ำ โดยที่ความเร็วรอบในการเขย่า 300 รอบต่อนาทีจะใช้เวลา 4 ชั่วโมง ในขณะที่ความเร็วรอบในการเขย่า 100 รอบต่อนาทีจะใช้เวลา 15 ชั่วโมง

2. พีเอชที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วด้วยไคโตแซน โดยประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วจะเพิ่มขึ้นเมื่อพีเอชสูงขึ้น เนื่องจากหมู่อะมิโนของไคโตแซนจะสามารถทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนไอออนได้ดีที่พีเอชต่ำ ดังนั้นไคโตแซนที่พีเอชต่ำมีประจุเป็นบวกซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการดูดซับตะกั่วที่มีประจุเป็นบวกเช่นเดียวกัน

3. ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายตะกั่วที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับตะกั่วต่อน้ำหนักไคโตแซนก็จะเพิ่มขึ้น ในช่วงความเข้มข้นของสารละลายตะกั่วที่ทำการศึกษา(1 ถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร) ที่พีเอชเริ่มต้นเท่ากัน และปริมาณไคโตแซนเท่ากัน

4. ความแรงไอออนไม่มีผลต่อความสามารถในการดูดซับตะกั่วด้วยไคโตแซน เนื่องจากกลไกในการดูดซับตะกั่วด้วยไคโตแซนเป็นกลไกทางเคมี พันธะที่เกิดขึ้นระหว่างไคโตแซนกับตะกั่วคือพันธะคีเลตระหว่างตะกั่วกับอิเลคตรอนคู่ของอะตอมไนโตรเจนที่หมู่อะมิโนของไคโตแซน

5. สารคีเลตเช่นอีดีทีเอทำให้พีเอชที่เหมาะสมต่อการดูดซับเปลี่ยนไป เมื่อเพิ่มปริมาณอีดีทีเอลงไปในน้ำเสียสังเคราะห์จะทำให้ความสามารถในการดูดซับที่พีเอชต่ำกว่า 5 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ความสามารถในการดูดซับที่พีเอชสูงกว่า 5 จะลดลง เนื่องจากตะกั่วในน้ำเสียสังเคราะห์สามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับอีดีทีเอได้ โดยที่พีเอชสูงกว่า 3 จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างตะกั่วและอีดีทีเอในรูป $Pb(EDTA)^{2-}$ ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับไคโตแซนที่พีเอชต่ำได้

ดีกว่า เนื่องจากที่พีเอชต่ำไคโตแซนจะมีประจุเป็นบวกซึ่งเหมาะสมต่อการเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้ากับประจุตรงข้ามอย่าง $Pb(EDTA)^{2-}$ ดังนั้นที่พีเอชต่ำจึงเหมาะสมต่อการดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วมากกว่าที่พีเอชสูง

6. ความแรงไอออนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความสามารถในการดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วด้วยไคโตแซนลดลงเนื่องจากไนเตรท (NO_3^-) ที่เติมลงไปในน้ำเสียสังเคราะห์มีประจุเป็นลบสามารถเกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้ากับสารที่มีประจุเป็นบวกอย่างไคโตแซนเช่นเดียวกับ $Pb(EDTA)^{2-}$ ดังนั้นไนเตรทที่เติมลงไปก็จะไปลดความสามารถในการดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วด้วยไคโตแซน และจากเหตุผลที่กล่าวมาทำให้สามารถสรุปได้ว่ากลไกการดูดซับที่เกิดขึ้นระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วและไคโตแซนนั้นไม่ได้เกิดจากกลไกการดูดซับทางเคมี แต่เป็นกลไกการดูดซับทางกายภาพ หรือการเกิดแรงดึงดูดระหว่างประจุ (Electrostatic Attraction) ดังนั้นพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วและไคโตแซนจึงไม่ใช่พันธะคีเลตซึ่งจะแตกต่างกับพันธะที่เกิดขึ้นระหว่างตะกั่วกับไคโตแซน

ความสำคัญทางด้านวิศวกรรมและการนำไปใช้ประโยชน์

จากผลการศึกษาผลของความแรงไอออนและสารคีเลตต่อการดูดซับตะกั่วจากสารละลายด้วยไคโตแซน สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้

1. สามารถนำไคโตแซนไปใช้ในการกำจัดตะกั่วในน้ำเสียที่มีความเข้มข้นของตะกั่วในปริมาณน้อย และน้ำเสียที่มีการปนเปื้อนสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วที่มีประจุลบ ที่เป็นข้อจำกัดของวิธีการตกตะกอน

2. สามารถทำนายความเหมาะสมในการกำจัดโลหะหนักชนิดอื่นๆที่มีประจุ 2+ เช่นเดียวกับตะกั่ว ว่าเหมาะสมหรือไม่ในการกำจัดโลหะหนักเหล่านั้นจากน้ำเสียด้วยไคโตแซน โดยพิจารณาจาก

2.1 พีเอชของน้ำเสียหากมีค่าต่ำกว่า 4 ไคโตแซนจะละลายทำให้ไม่เหมาะสมต่อการกำจัด โดยเฉพาะน้ำเสียที่มีกรดอินทรีย์ปนเปื้อน

2.2 รูปแบบของโลหะหนักในน้ำเสียหากอยู่ในรูปประจุ 2+น่าจะกำจัดได้ดีที่พีเอชสูงเช่นเดียวกับตะกั่ว หากอยู่ในรูปสารประกอบเชิงซ้อนที่มีประจุลบ น่าจะกำจัดได้ดีที่พีเอชต่ำ

2.3 ความแรงไอออนในน้ำเสียซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะหนักที่มีประจุลบ

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาผลของความแรงไอออนและสารคีเลตต่อการดูดซับตะกั่วจากสารละลายด้วยไคโตแซน ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมดังนี้

1. การศึกษาการลดความสามารถในการละลายของไคโตแซนในช่วงพีเอชต่ำ เนื่องจากไคโตแซนสามารถละลายได้ในกรดหลายชนิดโดยเฉพาะกรดอินทรีย์ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการดูดซับโลหะหนักในน้ำเสีย

2. การศึกษาการพัฒนารูปแบบของไคโตแซน เนื่องจากไคโตแซนแบบเกล็ดที่ใช้ในการวิจัยมีพื้นที่ผิวน้อยมาก (8.61 ตารางเมตรต่อกรัม) เมื่อเทียบกับสารดูดซับชนิดอื่นๆ (จากตารางที่ 2.3) ดังนั้นหากมีการพัฒนารูปแบบของไคโตแซนให้มีพื้นที่ผิวมากกว่านี้ น่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการดูดซับตะกั่วเพิ่มขึ้น

3. การศึกษาการดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วที่มีประจุบวก เนื่องจากการวิจัยไม่สามารถทำนายได้ว่า กลไกในการดูดซับสารประกอบเชิงซ้อนของตะกั่วที่มีประจุบวกจะเป็นอย่างไร