สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กรดฮาโลอะซิติก (HAAs) เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีของสารฆ่าเชื้อโรคที่นิยมใช้ในกระบวนการผลิตน้ำดื่มและน้ำประปา เช่น คลอรีน ร่วมกับสารอินทรีย์ธรรมชาติ (Natural organic matter :NOM) ที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซึ่ง US EPA ได้จัดประเภทของกรดฮาโลอะซิติกให้เป็นสารเคมีที่ก่อให้เกิดมะเร็งในกลุ่ม 2B (เป็นไปได้ที่จะเกิดมะเร็งในมนุษย์) และประกาศมาตรฐานน้ำดื่มเพื่อควบคุมปริมาณของสารปนเปื้อน เพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยที่มาตรฐานของกรดฮาโลอะซิติก 5 ชนิด (HAA5) มีระดับสูงสุดของสารที่ยอมให้มีในน้ำดื่ม Maximum contaminant level (MCL) เท่ากับ 60 µg/L และมีรายงานว่ากรดฮาโลอะซิติกมีความเสี่ยงต่อสุขภาพมากกว่าไตรฮาโลมีเทนจึงมีความเป็นไปได้ที่จะกำหนดมาตรฐานสำหรับ HAAs อย่างเข้มงวดมากยิ่งขึ้น (US EPA, 1998)

สำหรับการควบคุมและป้องกันไม่ให้เกิดกรดฮาโลอะซิติกหรือเกิดขึ้นน้อยที่สุดนั้น อาจทำได้โดยการลดปริมาณสารอินทรีย์ธรรมชาติในน้ำดิบ (NOM) หรือการไม่ใช้สารฆ่าเชื้อโรคประเภทคลอรีนหรือโบรมีนในกระบวนการผลิตน้ำดื่มหรือน้ำประปา ซึ่งจะส่งผลให้ความสามารถในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำและในระบบท่อส่งน้ำไปยังบ้านเรือนลดลง จึงหลีกเลี่ยงการใช้สารฆ่าเชื้อโรคไม่ได้ ดังนั้นการกำจัดกรดฮาโลอะซิติกที่ปลายท่อจึงยังคงมีความจำเป็น และวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการกำจัดกรดฮาโลอะซิติก คือ กระบวนการดูดซับ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วนิยมใช้ตัวกลางดูดซับที่มีรูพรุน เช่น ถ่านกัมมันต์ทั้งชนิดเกร็ด (GAC) และชนิดผง (PAC) แต่อย่างไรก็ตามการดูดซับด้วยถ่าน กัมมันต์นั้นยังมีข้อจำกัดทางด้านคุณสมบัติในการคัดเลือก (Selectivity) และประสิทธิภาพการดูดซับมลสารที่มีมวลโมเลกุลต่ำและความชอบน้ำสูง ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดกรดฮาโลอะซิติกค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการพัฒนาศักยภาพตัวกลางดูดซับเพื่อเสริมประสิทธิภาพในการกำจัดกรดฮาโลอะซิติกในน้ำประปา จึงทวีความจำเป็นยิ่งขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงมาตรฐานน้ำประปาและน้ำดื่มที่เข้มงวดขึ้นตามกระแสโลก เมื่อพิจารณาการเข้าถึงพื้นผิวของตัวกลางดูดซับชนิดอนินทรีย์อื่นๆ แล้วการนำอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกซึ่งมีโครงสร้างของซิลิเกตบนพื้นผิว และทำการต่อติดหมู่ฟังก์ชันที่เหมาะสมบนพื้นผิวของอนุภาคน่าจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกได้ดียิ่งขึ้น และยังมีความสามารถในการคัดเลือกมลสารชนิดต่าง ๆ ที่ต้องการดูดซับโดยขึ้นอยู่กับชนิดของหมู่ฟังก์ชันของพื้นผิวตัวกลางดูดซับนั้น ๆ นอกจากนี้สมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกของอนุภาคยังสามารถช่วยในการ

แยกอนุภาคออกจากน้ำได้ด้วยแรงแม่เหล็กรวมถึงมีความสามารถในการช่วยรวมอนุภาคอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำให้เกิดการตกตะกอนด้วยแรงแม่เหล็กได้อีกด้วย

งานวิจัยชิ้นนี้จึงสนใจที่จะศึกษาการนำอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติก (Superparmagnetic particles) เป็นตัวกลางดูดซับกรดฮาโลอะซิติกที่มีความสำคัญ 5 ชนิด (HAA5) ตามที่ US EPA ประกาศ ซึ่งมีชนิดและปริมาณธาตุฮาโลเจนในโครงสร้างโมเลกุลที่ต่างกัน ได้แก่ กรดโมโนคลอโรอะซิติก (MCAA) กรดไดคลอโรอะซิติก (DCAA) กรดไตรคลอโรอะซิติก (TCAA) กรดโมโนโบรโมอะซิติก (MBAA) และกรดไดโบรโมอะซิติก (DBAA) โดยมีการปรับปรุงพื้นผิวของตัวกลางดูดซับด้วยหมู่ฟังก์ชันแต่ละชนิด และศึกษาจลนพลศาสตร์ของการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกทั้ง 5 ชนิดบนอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พารา-แมกเนติกโดยมีการต่อติดหมู่ฟังก์ชันแต่ละชนิด ศึกษาผลกระทบของพีเอชต่อการดูดซับ รวมทั้งศึกษาคุณสมบัติในการคัดเลือก (selectivity) ของอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ชนิดผง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับกรดฮาโลอะซิติก 5 ชนิด (HAA5) ด้วยอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิดที่มีหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวที่ต่างกัน เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ชนิดผง
2. ศึกษาผลของพีเอชที่มีต่อการดูดซับกรดฮาโลอะซิติก (HAA5) ด้วยอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติก
3. ศึกษาคุณสมบัติในการคัดเลือก (selectivity) กรดฮาโลอะซิติก (HAA5) ของการดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิดเปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ชนิดผง

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- การวิจัยนี้ใช้สถานที่ดำเนินการวิจัยดังนี้ ทำการสังเคราะห์ตัวกลางดูดซับ ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และทางกายภาพของตัวกลางดูดซับ ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ และศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ HAA5 ณ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สังเคราะห์ตัวกลางดูดซับ Superparamagnetic nanoparticles ชนิด Magnetite (Fe_3O_4) ด้วยวิธี co-precipitation เป็นการตกตะกอนอย่างสมบูรณ์ Fe^{2+} และ Fe^{3+} ร่วมกันภายใต้สภาวะที่เป็นด่าง ซึ่งใช้อัตราส่วนโมล Fe^{2+}: Fe^{3+} เท่ากับ 1 : 2 และต้องมีการควบคุมให้อยู่สภาวะที่มีก๊าซไนโตรเจน ทำการปรับปรุงพื้นผิวด้วยการต่อติดหมู่ฟังก์ชันที่ผิวของตัวกลางดูดซับที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกโดยการเคลือบด้วยซิลิกา และต่อติดหมู่ฟังก์ชันที่ผิว ได้แก่ หมู่อะมิโน และ หมู่เมอร์แคปโต

- ศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับกรดฮาโลอะซิติก จากน้ำกลั่นสังเคราะห์ด้วยการทดลองแบบทีละเท (Batch) โดยทำการควบคุมอุณหภูมิ พีเอช และความเข้มข้นอิเล็กโตรไลท์ ทำการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับ HAA5 แต่ละชนิด ตามประกาศของ US EPA ได้แก่ กรดโมโนคลอโรอะซิติก (MCAA) กรดไดคลอโรอะซิติก (DCAA) กรดไตรคลอโรอะซิติก (TCAA) กรดโมโนโบรโมอะซิติก (MBAA) และกรดไดโบรโมอะซิติก (DBAA) ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์กรดฮาโลอะซิติกตามวิธีของ EPA method 552.2 โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วย Adsorption capacity ของอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิดกับถ่านกัมมันต์ชนิดผง (Shirasagi S-10 Japan Envirochemicals Ltd.)

- ศึกษาผลของพีเอชที่มีต่อการดูดซับกรดฮาโลอะซิติก HAA5 ในน้ำเสียสังเคราะห์ต่อการดูดซับ โดยศึกษาที่พีเอช 5, 7 และ 9 ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์กรดฮาโลอะซิติกตามวิธีของ EPA method 552.2 โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วย Adsorption capacity ของอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิดที่พีเอชต่าง ๆ

- ศึกษาคุณสมบัติในการคัดเลือก (selectivity) HAA5 บนตัวกลางดูดซับที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิด เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ชนิดผง (Shirasagi S-10 Japan Envirochemicals Ltd.) ซึ่งใช้วิธีการวิเคราะห์กรดฮาโลอะซิติกตามวิธีของ EPA method 552.2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถประเมินประสิทธิภาพในการประยุกต์ใช้ตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาพาราแมกเนติกร่วมกับตัวดูดซับอื่นๆในการกำจัดกรดฮาโลอะซิติกจากน้ำประปาตามบ้านเรือนจากข้อมูลดังต่อไปนี้

1. ประสิทธิภาพการดูดซับกรดฮาโลอะซิติก 5 ชนิด (HAA5) ด้วย อนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิดที่มีหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวต่างกัน

2. ผลของพีเอชที่มีต่อการดูดซับกรดฮาโลอะซิติก (HAA5) บนอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติก

หอสมุดกลาง สำนักงานวิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. คุณสมบัติในการคัดเลือก (selectivity) กรดฮาโลอะซิติก (HAA5) ของการดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกเพื่อเพิ่มความสามารถในการดูดซับมลสารที่ต้องการดูดซับ