สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกโดยใช้อนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติก 4 ชนิด ได้แก่ อนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกที่เคลือบผิวด้วยซิลิกา (SCP), อนุภาคที่มีการเคลือบผิวด้วยซิลิกาและทำการต่อติดด้วยหมู่อะมิโน (A-SCP), อนุภาคที่มีการเคลือบผิวด้วยซิลิกาและทำการต่อติดด้วยหมู่เมอร์แคปโต (M-SCP) และอนุภาคที่มีการเคลือบผิวด้วยซิลิกาและทำการต่อติดทั้งสองหมู่ฟังก์ชัน (AM-SCP) เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ชนิดผง สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิด

อนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิดที่สังเคราะห์ได้ มีลักษณะกลม พื้นผิวเรียบและมีขนาดใกล้เคียงกัน โดยที่การต่อติดหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวไม่ได้มีผลต่อพื้นที่ผิวของอนุภาค

5.1.2 การศึกษาจลนพลศาสตร์การดูดซับกรดฮาโลอะซิติกของอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิด

เวลาที่เข้าสู่สมดุลของการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกแต่ละชนิดโดยใช้ตัวกลางดูดซับทุกชนิดมีระยะเวลาใกล้เคียงกันคือ 24 ชั่วโมง โดยที่การดูดซับจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 5 ชั่วโมงแรก และจะเริ่มเข้าสู่สมดุลที่ชั่วโมงที่ 20 และสมดุลการดูดซับของกรดฮาโลอะซิติก 4 ชนิด ได้แก่ MCAA, DCAA, TCAA และ MBAA เป็นไปตามจลนพลศาสตร์การดูดซับแบบ pseudo-second order

5.1.3 การศึกษาความสามารถในการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกของตัวกลางดูดซับแต่ละชนิด

ไอโซเทอร์มของการดูดซับของกรดฮาโลอะซิติกแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งมีผลมาจากปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิดของธาตุฮาโลเจนองค์ประกอบในโครงสร้างโมเลกุลที่แตกต่างกัน ปริมาณอะตอมคลอรีนและโบรมีนในโครงสร้างของกรดฮาโลอะซิติก และมวลโมเลกุลของกรดฮาโลอะซิติกแต่ชนิด รวมถึงหมู่ฟังก์ชันบนพื้นผิวของตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกแต่ละชนิดทั้งแบบหมู่เดี่ยว ได้แก่ หมู่อะมิโน, หมู่เมอร์แคปโต และแบบ 2 หมู่ฟังก์ชัน ซึ่งมีผลต่อความสามารถในการดูดซับอีกด้วย และแรงที่สำคัญในการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกันตามชนิดของกรด และชนิดของตัวกลางดูดซับ และสำหรับผลของพีเอชของสารละลาย ในบางกรณีพีเอชมีผลต่อการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกบนตัวกลางดูดซับแต่ละชนิดเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แม้พีเอชที่ลดลงจะทำให้ประจุบนพื้นผิวมีความเป็นบวกมากขึ้นก็ตาม และบางกรณีไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนของพีเอชต่อการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกโดยใช้ตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติก

5.1.4 คุณสมบัติในการคัดเลือก (Selectivity) กรดฮาโลอะซิติกบนตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติก

5.1.4.1 กรณีควบคุมพีเอชเท่า 7 ในน้ำกลั่น

ตัวกลางดูดซับ SCP, A-SCP และ M-SCP มีความสามารถในการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกได้หลากหลายชนิด แต่กรดฮาโลอะซิติกกลุ่มที่มีโบรมีนเป็นองค์ประกอบมีความสามารถในการเข้าถึงพื้นผิวดูดซับได้ดีกว่ากรดฮาโลอะซิติกกลุ่มที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ อาจจะสรุปได้ว่า ตัวกลางดูดซับ SCP, A-SCP และ M-SCP มีคุณสมบัติในการคัดเลือก (Selectivity) กรดฮาโลอะซิติกกลุ่มที่มีโบรมีนได้ดีกว่ากลุ่มที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ แต่ตัวกลางดูดซับ AM-SCP มีคุณสมบัติในการคัดเลือก (Selectivity) TCAA ได้ดีกว่าตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกชนิดอื่น ๆ ขณะที่ PAC ความสามารถในการดูดซับสารละลายผสมกรดฮาโลอะซิติกค่อนข้างต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับการดูดซับกรดฮาโลอะซิติกสารเดี่ยว เนื่องจากมีการใช้พื้นที่ในการดูดซับร่วมกัน และยังไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโครงสร้างของกรดฮาโลอะซิติกแต่ละชนิดกับความสามารถในการดูดซับของ PAC

5.1.4.2 กรณีดูดซับ HAA5 ในน้ำประปา

ตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกทุกชนิด (SCP, A-SCP, M-SCP และ AM-SCP) มีลำดับความสามารถในการดูดซับในลักษณะใกล้เคียงกับการดูดซับสารละลายผสมกรดฮาโลอะซิติกกรณีที่ควบคุมพีเอชเท่ากับ 7 ในน้ำกลั่น แต่กรณีใช้น้ำประปาจริงนั้น ความสามารถในการดูดซับมีแนวโน้มที่มีการดูดซับสูงกว่า ซึ่งอาจเป็นเพราะปัจจัยของค่าความแรงไอออน(ionic strength)ในน้ำประปา แต่สำหรับ PAC เมื่อเปรียบเทียบถึงผลรวมของกรดฮาโลอะซิติกที่ถูกดูดซับทั้งหมดบน PAC แล้วในกรณีใช้น้ำประปามีผลรวมที่น้อยกว่าผลรวมของกรดฮาโลอะซิติกสารเดี่ยวที่ถูกดูดซับทั้งหมดบน PAC ซึ่งต่างจากผลของตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติก อาจจะเป็นผลมาจากการเข้าใช้พื้นที่ในการถูกดูดซับของกรดฮาโลอะซิติกในสารละลายผสมซึ่งทำให้เกิดการแย่งพื้นที่กันส่งผลให้ความสามารถในการดูดซับของ PAC ลดลง

5.2 ข้อเสนอแนะ

ศึกษาประสิทธิภาพการฟื้นฟูสภาพและการนำอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกกลับมาใช้ใหม่หลังจากทำการดูดซับแล้ว เพื่อเพิ่มความคุ้มค่าให้แก่ตัวกลางดูดซับ

ศึกษาการนำอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกไปใช้ร่วมกับตัวกลางดูดซับอื่น ๆ เนื่องจากตัวกลางดูดซับอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พาราแมกเนติกนี้มีคุณสมบัติในการคัดเลือกกรดฮาโลอะซิติกได้ดีกว่าถ่านกัมมันต์ชนิดผง ดังนั้นในกรณีที่ต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดมลสารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในน้ำประปาหรือน้ำเสียจริงด้วยนั้น การนำเอาอนุภาคที่มีสมบัติซูเปอร์พารา-แมกเนติกไปใช้ร่วมกับตัวกลางดูดซับชนิดอื่น ๆ จึงเป็นหัวข้อที่น่าสนใจในการทำวิจัยต่อไป