บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษา สามารถสรุปผลการทดลองประสิทธิภาพในการกำจัดตะกั่วและปรอทของน้ำเสียสังเคราะห์ด้วยกระบวนการดูดติดผิว โดยใช้ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากกากขี้แป้งของโรงงานน้ำยางข้น เปรียบเทียบกับถ่านกัมมันต์ที่มีขายตามท้องตลาดทั่วไปเพื่อดูแนวโน้มความเป็นไปได้ในการนำไปผลิตในระดับอุตสาหกรรมถ่านกัมมันต์ ได้ดังนี้

1) การเตรียมถ่านกัมมันต์

ถ่านกัมมันต์ที่เตรียมขึ้นจากกากขี้แป้งเมื่อผ่านกระบวนการผลิตดังนี้ คือ ทำการคาร์บอไนซ์ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที และใช้เกลือแกงเป็นสารกระตุ้นโดยน้ำหนักของวัตถุดิบที่ผ่านการแช่เกลือแกงอิ่มตัวแล้ว ต่อเกลือแกงแบบเม็ดที่เติมลงไป เท่ากับ 1 : 0 แล้วนำไปเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 นาที และผ่านกระบวนการล้างสารกระตุ้นด้วยกรด 5 % HCl เป็นภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการทดลองครั้งนี้ คือให้ค่าไอโอดีนนัมเบอร์เท่ากับ 510.24 มิลลิกรัมของไอโอดีนต่อกรัมของถ่านกัมมันต์ซึ่งค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดไว้ คือ ไม่น้อยกว่า 600 มิลลิกรัมของไอโอดีนต่อกรัมของถ่านกัมมันต์

โดยที่ร้อยละของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมได้ (% yield) เป็น 25.20 คือ ในการผลิตถ่านขี้แป้งเมื่อเริ่มจากกากขี้แป้งอบแห้ง 1 กิโลกรัม จะได้ถ่านขี้แป้ง 252.00 กรัม

พื้นที่ผิวของถ่านกัมมันต์ที่เตรียมจากกากขี้แป้งกรณีที่ล้างด้วยน้ำมีค่าเท่ากับ 99.26 ตารางเมตรต่อกรัม และกรณีที่ล้างด้วยกรดมีค่าเท่ากับ 566.39 ตารางเมตรต่อกรัม พื้นที่ผิวของถ่านขี้แป้งกรณีที่ล้างด้วยกรดมีค่าเป็น 5.7 เท่าของถ่านขี้แป้งกรณีที่ล้างด้วยน้ำ

สำหรับปริมาตรโพรงของถ่านขี้แป้งกรณีที่ล้างด้วยน้ำมีปริมาตรโพรง 0.0160 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และถ่านขี้แป้งกรณีที่ล้างด้วยกรดมีปริมาตรโพรง 0.0810 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อกรัม และถ่านขี้แป้งกรณีที่ล้างด้วยกรดมีปริมาตรโพรงเป็น 5.1 เท่าของถ่านขี้แป้งกรณีที่ล้างด้วยน้ำ

2) **การทดสอบประสิทธิภาพในการดูดติดผิวโดยใช้ไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟรุนดลิช** (Frundlich isotherm)

การหาพีเอชที่เหมาะสม

พีเอชมีผลอย่างมากต่อการศึกษาการดูดติดผิวของตะกั่วเนื่องจากพีเอช 6 – 8 ตะกั่วในน้ำเสียจะตกตะกอน จึงต้องทำการทดลองในช่วงพีเอชที่ตะกั่วยังไม่ตกตะกอน โดยพีเอชที่เหมาะสมในการทดสอบประสิทธิภาพการดูดติดผิวตะกั่วโดยถ่านขี้แป้ง คือพีเอช 4 ส่วนปรอทนั้นไม่เกิดการตกตะกอนในช่วงพีเอชที่ทำการทดลอง จึงเลือกพีเอช 4 เป็นพีเอชที่เหมาะสมเช่นเดียวกัน เนื่องจากในการทดลองมีการทดลองน้ำเสียผสมระหว่างตะกั่วและปรอทด้วย ดังนั้นที่พีเอช 4 นี้ จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพของการดูดติดผิวทั้งตะกั่วและปรอทได้ และพีเอชที่เหมาะสมในการทดสอบประสิทธิภาพการดูดติดผิวตะกั่วและปรอทโดยถ่าน Filtrasorb 300 คือพีเอช 4 เช่นเดียวกัน

การหาความเข้มข้นที่เหมาะสม

จากการทดลองพบว่าเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของตะกั่วและปรอทเป็น 10, 15 และ 20 mg/l ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการดูดติดผิวของถ่าน Filtrasorb 300 และถ่านขี้แป้งมีค่าลดลงตามลำดับ

ดังนั้นที่ความเข้มข้นของตะกั่วและปรอทเท่ากับ 10 mg/l เป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมในการดูดติดผิวของทั้งถ่าน Filtrasorb 300 และถ่านขี้แป้ง

การทดสอบไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟลุนดลิชของถ่านแต่ละประเภท

จากการทดสอบไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบฟลุนดลิช พบว่าในการดูดติดผิวตะกั่ว ถ่านที่มีค่า K สูงสุด คือ ถ่านขี้แป้ง แสดงว่า ถ่านขี้แป้งเหมาะสมในการกำจัดตะกั่ว ส่วนในการดูดติดผิวปรอท ถ่านที่มีค่า K สูงสุด คือ ถ่าน Filtrasorb 300 แสดงว่า ถ่าน Filtrasorb 300 เหมาะสมในการกำจัดปรอท โดยที่ถ่าน Filtrasorb 300 1 กรัม สามารถดูดติดผิวตะกั่วได้ 11.07 มิลลิกรัม และดูดติดผิวปรอทได้ 98.85 มิลลิกรัม ส่วนถ่านขี้แป้ง 1 กรัม สามารถดูดติดผิวตะกั่วได้ 116.18 มิลลิกรัม และดูดติดผิวปรอทได้ 18.78 มิลลิกรัม

3) การศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของถ่านกัมมันต์จากกากขี้แป้งโดยการทดลองแบบต่อเนื่องในคอลัมน์ (Column test)

เมื่อนำถ่านขี้แป้งมาบรรจุในคอลัมน์ แล้วทำการป้อนน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีตะกั่วและปรอทความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างต่อเนื่องแบบไหลลง โดยถ่านที่ใช้นั้นมีดินเหนียวเป็นตัวเชื่อมประสาน (Binder) ที่อัตราส่วนโดยน้ำหนักระหว่างถ่านขี้แป้ง : ดินเหนียว เป็น 50 : 50 พบว่า ผลการทดลองการกำจัดตะกั่วที่ระดับความสูง 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร สามารถบำบัดได้ 5865.58, 3910.39, 3909.50 และ 3054.47 BV ตามลำดับ และสามารถดูดติดผิวตะกั่วได้ 76.99, 51.33, 51.32 และ 40.10 มิลลิกรัม ตามลำดับ

การกำจัดปรอทที่ระดับความสูง 30, 60, 90 และ 120 เซนติเมตร สามารถบำบัดได้ 2199.59, 1221.99, 895.92 และ 733.07 BV ตามลำดับและสามารถดูดติดผิวปรอทได้ 28.87, 16.04, 11.76 และ 9.62 มิลลิกรัม ตามลำดับ

จากผลการทดลองทั้งหมดข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ถ่านขี้แป้งมีประสิทธิภาพในการดูดติดผิวตะกั่วดีกว่าปรอท ซึ่งสอดคล้องกันทั้งการทดลองหาไอโซเทอมและการทดลองแบบต่อเนื่อง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) การศึกษาการกระตุ้นถ่านขี้แป้งโดยใช้สารกระตุ้นตัวอื่นนอกเหนือจาก NaCl เช่น $FeCl_3$, $ZnCl_2$ อาจทำให้ถ่านกัมมันต์ที่ได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

2) เนื่องจากถ่านขี้แป้งมีความละเอียดค่อนข้างมาก จึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมในการพัฒนาถ่านขี้แป้ง เพื่อนำไปใช้งานได้สะดวกขึ้น โดยศึกษาถึงการผสมตัวประสาน (Binder) ต่างๆ

3) ควรมีการทดลองโดยนำถ่านขี้แป้งไปใช้ประโยชน์ในการดูดติดผิวสารอื่นๆ เช่น โลหะหนักชนิดอื่นๆ หรือสีในน้ำเสียของโรงงานฟอกย้อม