

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุป

งานวิจัยนี้ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้กากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้ ซึ่งได้แก่ ก้านองุ่น กากองุ่น เปลือกส้ม และเปลือกแพชชั่นฟรุต ในการดูดซับ แคดเมียม นิเกิล และสังกะสี โดยทำการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับโลหะหนัก ได้แก่ เวลาสัมผัส ความเข้มข้น พีเอช อุณหภูมิ การมีอยู่ร่วมกันของโลหะหนักชนิดอื่น ประสิทธิภาพสารละลายและเวลาสัมผัสในการสกัดโลหะหนัก และการนำวัสดุดูดซับกลับมาใช้ใหม่หลายรอบ รวมถึงการศึกษาความสามารถในการใช้งานของวัสดุดูดซับในแบบจำลอง จากผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลองดังแสดงไว้ในบทที่ 4 สามารถสรุปผลการทดลองศึกษาได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาพฤติกรรมการดูดซับโลหะหนักของ ก้านองุ่น กากองุ่น เปลือกส้ม และเปลือกแพชชั่นฟรุต โดยใช้เวลาสัมผัส 0-180 นาที พบว่าการดูดซับเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วช่วงเวลา 0-30 นาที และเริ่มเข้าสู่สมดุลการดูดซับภายในเวลาประมาณ 60 นาที ซึ่งเมื่อเวลาสัมผัสมากกว่าค่านี้ประสิทธิภาพในการดูดซับจะมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก ให้ผลคล้ายกันทั้งก้านองุ่น กากองุ่น เปลือกส้ม และเปลือกแพชชั่นฟรุต

2. จากการทดสอบหาไอโซเทอมการดูดซับโดยใช้สมการของ Langmuir และ Freundlich พบว่า ลักษณะกราฟมีความสอดคล้องกับสมการ Langmuir มากกว่า Freundlich โดยวัสดุดูดซับทั้ง 4 ชนิดมีความสามารถในการดูดซับเรียงตามลำดับดังนี้ คือ สังกะสี < แคดเมียม < นิเกิล และจากการพิจารณาค่าความสามารถในการดูดซับของวัสดุทั้ง 4 ชนิดพบว่า วัสดุดูดซับที่มีค่าการดูดซับสูงสุด (q_{max}) มากที่สุดได้แก่ กากองุ่น รองลงมาคือ เปลือกแพชชั่นฟรุต และจากการสังเกตความสามารถในการตกตะกอน พบว่า เปลือกแพชชั่นฟรุตสามารถตกตะกอนได้ดีกว่า เพราะฉะนั้นจึงเลือกใช้เปลือกแพชชั่นฟรุตสำหรับการศึกษาการดูดซับโลหะหนักขั้นต่อไป

3. จากการศึกษาพฤติกรรมการดูดซับโลหะหนักของเปลือกแพชชั่นฟรุตโดยใช้ค่าพีเอช เริ่มต้นของสารละลายระหว่าง 2-9 พบว่า พีเอชเริ่มต้นของสารละลายเท่ากับ 7 เป็นพีเอชที่เหมาะสมสำหรับการดูดซับแคดเมียม และนิเกิล ส่วนการดูดซับสังกะสี พบว่าที่พีเอชเริ่มต้นที่เหมาะสมเท่ากับ 5

4. จากการศึกษาความสามารถของการดูดซับโลหะหนักของเปลือกแพชชั่นฟรุตโดยใช้ อุณหภูมิสารละลายระหว่าง 10-40 องศาเซลเซียส พบว่า ความสามารถในการดูดซับโลหะหนัก ของเปลือกแพชชั่นฟรุตเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น

5. จากการศึกษาความสามารถในการสกัด แคลเซียม นิเกิล และสังกะสี ออกจากเปลือก แพชชั่นฟรุตโดยใช้สารละลาย HCl, HNO₃, CaCl₂ และ NaCl ความเข้มข้น 0.1 M พบว่า สาร ละลาย HNO₃ สามารถสกัดแคลเซียมและนิเกิล ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ HCl, CaCl₂ และ NaCl ตามลำดับ ส่วนสังกะสี พบว่าสารละลายทั้ง 4 ชนิดมีความสามารถในการสกัดได้ดี

6. จากการศึกษาเวลาสัมผัสที่เหมาะสมในการสกัด แคลเซียม นิเกิล และสังกะสี ออกจาก เปลือกแพชชั่นฟรุตโดยใช้สารละลาย HNO₃ ความเข้มข้น 0.1 M และใช้เวลาสัมผัส 0-60 นาที พบว่า แคลเซียม และนิเกิล ถูกสกัดออกจากเปลือกแพชชั่นฟรุตได้อย่างรวดเร็วในช่วงเวลา 5 นาที และประสิทธิภาพในการสกัดเริ่มคงที่ในเวลา 10-60 นาที ส่วนสังกะสีนั้นประสิทธิภาพในการสกัด สูงขึ้นตามเวลาสัมผัสที่เพิ่มขึ้นและเริ่มคงที่ในช่วงเวลา 30-60 นาที ซึ่งโดยภาพรวมของการสกัด แคลเซียม นิเกิล และสังกะสี เวลาสัมผัส 30 นาทีเป็นเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการสกัด

7. จากการศึกษาการนำเปลือกแพชชั่นฟรุตมาผ่านการดูดซับโลหะหนักและการสกัดโดยใช้ สารละลาย HNO₃ 0.1 M จำนวน 5 รอบ พบว่า เมื่อผ่านขบวนการดูดซับและการสกัดจำนวน 5 รอบทำให้ประสิทธิภาพของการดูดซับแคลเซียมลดลงเฉลี่ย 21.05% ส่วนนิเกิล ประสิทธิภาพการ ดูดซับลดลงเฉลี่ย 39.08% และสังกะสีประสิทธิภาพการดูดซับลดลงเฉลี่ย 36.91%

8. จากการศึกษาอิทธิพลของไอออนแคลเซียม นิเกิล และสังกะสี ที่อยู่ร่วมกันเมื่อผ่าน ขบวนการดูดซับและการสกัดจำนวน 3 รอบ พบว่า ประสิทธิภาพในการดูดซับ แคลเซียม นิเกิล และสังกะสี ลดลง โดยมีลำดับความชอบในการดูดซับไอออนโลหะเป็นดังนี้ แคลเซียม > นิเกิล > สังกะสี

9. จากการศึกษาประสิทธิภาพหรือความสามารถในการใช้งานของเปลือกแพชชั่นฟรุตใน แบบจำลอง โดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นแคลเซียม 9.48 มิลลิกรัมต่อลิตร นิเกิลเท่ากับ 8.86 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนสังกะสีเท่ากับ 9.67 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า เปลือกแพชชั่นฟรุตยังไม่ สามารถลดความเข้มข้นของแคลเซียม และสังกะสี ในสารละลายให้มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้ง จากโรงงานอุตสาหกรรมได้ ส่วนนิเกิลสามารถลดความเข้มข้นในสารละลายให้มีค่าต่ำกว่า มาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมได้เนื่องจากแคลเซียมมีความเป็นพิษสูง ซึ่งยังเกินค่ามาตรฐาน น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม 74.67 เท่า ดังนั้นจึงทำการทดลองโดยใช้ความเข้มข้นเริ่มต้น

แคดเมียม 2 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า วัสดุดูดซับสามารถดูดซับโลหะหนักให้ความเข้มข้นแคดเมียมในสารละลายต่ำกว่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของการดูดซับโลหะหนักของวัสดุดูดซับชนิดอื่น ๆ
2. ควรมีการศึกษานำวัสดุดูดซับทดลองกับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม
3. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมการตรึงวัสดุดูดซับและประสิทธิภาพของการดูดซับโลหะหนัก
4. ควรมีการศึกษาประสิทธิภาพของการดูดซับโลหะหนักในถังปฏิกิริยาแบบต่อเนื่อง