บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การแพร่กระจายของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมเป็นปัญหาที่สำคัญเนื่องจากโลหะหนักสามารถถูกสะสมผ่านทางห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศ ซึ่งส่งผลกระทบและก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ (Saeed & Iqbal, 2003; Martins et al., 2004) แหล่งแพร่กระจายของโลหะหนักที่สำคัญอย่างหนึ่งก็คือ อุตสาหกรรมต่าง ๆ เช่น การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า การผลิตสีแบตเตอรี่ (Ajmal et al., 2000) ซึ่งจำเป็นต้องควบคุมความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำเสียให้อยู่ในมาตรฐานก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยปกติวิธีที่ใช้ในการบำบัดโลหะหนักในน้ำเสีย ได้แก่ การตกตะกอนเคมี (precipitation) การแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) ออสโมซีสแบบย้อนกลับ (reverse osmosis) การดูดซับด้วยถ่านกัมมันต์ (carbon adsorption) (Tarley & Arruda, 2004)

อย่างไรก็ตามวิธีการบำบัดโลหะหนักในน้ำเสียต่าง ๆ ที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น มีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ราคาสารเคมีและพลังงานสูงไม่สามารถขจัดโลหะได้สมบูรณ์ และก่อให้เกิดสลัดก์อันตรายซึ่งต้องหาทางในการบำบัดต่อไป ยิ่งไปกว่านั้นเมื่อความเข้มข้นของโลหะหนักในสารละลายอยู่ในช่วง 1-100 มิลลิกรัมต่อลิตร วิธีการที่ใช้กันทั่วไปดังที่กล่าวมาข้างต้นอาจไม่มีประสิทธิภาพและมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก (Volesky, 1990) การค้นหาเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียโลหะหนักแนวใหม่ได้มุ่งไปที่เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพและราคาถูก biosorption น่าจะเป็นคำตอบสำหรับเทคโนโลยีแนวใหม่ดังกล่าว ข้อได้เปรียบของวิธีการ biosorption คือ มีประสิทธิภาพดีในการขจัดโลหะหนักที่ความเข้มข้นต่ำได้ดี มีราคาถูก มีความสามารถในการเลือกจับโลหะหนักในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงของไอออนอื่น ๆ (Esposito et al., 2001)

จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่ามีผู้นำของเสียจากขบวนผลิตทางด้านการเกษตรหรืออุตสาหกรรมหลายชนิดมาใช้กำจัดโลหะหนัก เช่น การใช้เปลือกถั่วดำ (*Cicer arientinum*) เป็นวัสดุดูดซับแคดเมียม พบว่าสามารถลดปริมาณแคดเมียมได้ 99.99% ในสภาวะที่สารละลายแคดเมียม มีความเข้มข้นเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (Saeed & Iqbal, 2003) การใช้กากเบียร์ (spent grain)ในการดูดซับแคดเมียมและตะกั่ว พบว่าสามารถลดปริมาณแคดเมียมได้ 95.6%และตะกั่วได้ 77.8% เมื่อสารละลายแคดเมียมและตะกั่วมีความเข้มข้นเริ่มต้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร (Low et al., 2000) หรือการใช้เปลือกถั่วดำ (*Cicer arientinum*)เป็นวัสดุดูดซับ แคดเมียม ทองแดง

นิเกิล ตะกั่ว และสังกะสี พบว่า ภายในเวลาสัมผัส 30 นาทีสามารถลดปริมาณแคดเมียมได้ 100% ทองแดง 93.5% นิเกิล 90.5% ตะกั่ว 99.7% และสังกะสี 98.6% ในสภาวะที่สารละลาย โลหะหนักมีความเข้มข้นเริ่มต้น 10 มิลลิกรัมต่อลิตร (Saeed et al., 2005) และการใช้กากใบชา (waste tea) เปลือกกาแฟ (exhausted coffee) เปลือกถั่ว (walnut shell) ในการดูดซับอลูมิเนียม พบว่าการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาดูดซับโลหะหนักในน้ำเสียสามารถนำมาใช้ได้และมีประสิทธิภาพดี โดยสามารถลดปริมาณอลูมิเนียมได้มากกว่า 96% เมื่อสารละลายอลูมิเนียมมีความเข้มข้นเริ่มต้น 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Orhan & Buyukgungor, 1993) เป็นต้น

สำหรับประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมมีผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูกาลแล้ว จะมีปริมาณมากจนล้นตลาด จึงมีการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรดังกล่าวต่าง ๆ มากมาย เช่น การอบแห้ง ผลไม้กระป๋อง หนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่เป็นที่ต้องการของตลาดภายในประเทศและต่างประเทศคือน้ำผลไม้ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมส่งออกที่สำคัญอุตสาหกรรมหนึ่ง สามารถนำเงินตราเข้าประเทศได้ปีละหลายพันล้านบาทโดยในปี 2542 ปริมาณการจำหน่ายน้ำผลไม้ในประเทศคิดเป็นมูลค่า 4,615 ล้านบาท ในขณะที่การส่งออกคิดเป็นมูลค่า 7,240 ล้านบาท ในปี 2543 ปริมาณการจำหน่ายน้ำผลไม้ในประเทศเพิ่มขึ้น 10% คิดเป็นมูลค่า 5,198 ล้านบาท ตามภาวะเศรษฐกิจที่เริ่มปรับตัวดีขึ้นจากปีก่อน ส่วนตลาดส่งออกเพิ่มขึ้นจากปีก่อน 12.2% คิดเป็นมูลค่า 8,526 ล้านบาท ในปี 2545 ตลาดน้ำผลไม้ มีอัตราการเติบโตอย่างต่อเนื่องประมาณ 18% ต่อปี เพิ่มขึ้นประมาณ 22-25% จากปี 2544 (กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม, ม.ป.ป. เว็บไซต์)

การขยายตัวของอุตสาหกรรมน้ำผลไม้ดังกล่าว ทำให้มีกากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้เหลือทิ้งจำนวนมาก บางประเภทสามารถนำมาเป็นอาหารสัตว์ ปุ๋ย บางประเภทถูกนำไปทิ้งเป็นขยะ นอกเหนือจากนี้กากวัสดุเหล่านี้ยังมีราคาต่ำและมีปัญหาการกำจัด ดังนั้นการนำกากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้มาใช้ในการกำจัดโลหะหนัก จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำมาเป็นตัวดูดซับโลหะหนัก ซึ่งกากของเสียหลายชนิดมีองค์ประกอบและมีคุณสมบัติในการจับไอออนโลหะหนักได้ตามธรรมชาติ รวมทั้งยังเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและลดต้นทุนการบำบัดโลหะหนักในน้ำเสีย

จากเหตุผลดังกล่าวงานวิจัยนี้จึงได้การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถและปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับไอออนโลหะหนักของกากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้ ซึ่งได้แก่ ก้านองุ่น(grape stalk) กากองุ่น(grape residues) เปลือกส้ม(orange peel) เปลือกแพชชั่นฟรุต

(passion fruit peel) นอกจากนี้ยังทำการศึกษาการนำวัสดุดังกล่าวคืนกลับมาใช้ใหม่โดยการล้างฟื้นฟูสภาพเพื่อให้เป็นการนำทรัพยากรที่เหลือทิ้งนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของกากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้ ได้แก่ ก้านองุ่น กากองุ่น เปลือกส้ม และเปลือกแพชชั่นฟรุต ในการดูดซับแคดเมียม นิเกิล และสังกะสี เพื่อคัดเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีมาใช้ในการดูดซับโลหะหนัก
2. เพื่อศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับโลหะหนัก ของกากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้
3. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพ การสกัดโลหะหนักออกจากกากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้ และความเป็นไปได้ในการนำกลับมาใช้ใหม่
4. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนักในถังปฏิกิริยา

ขอบเขตของการวิจัย

1. การศึกษาเปรียบเทียบความสามารถของ ก้านองุ่น กากองุ่น เปลือกส้ม และเปลือกแพชชั่นฟรุต ในการดูดซับโลหะหนักโดยการทดสอบไอโซเทอม ของวัสดุทั้ง 4 ชนิด
2. การศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับโลหะหนัก โดยปัจจัยที่จะทำการศึกษา คือ เวลาสัมผัส พีเอช อุณหภูมิ และการมีอยู่ร่วมกันของโลหะหนักชนิดอื่น
3. การศึกษาประสิทธิภาพการสกัดและเวลาสัมผัสที่เหมาะสมในการสกัดโลหะหนักออกจากวัสดุดูดซับโดยใช้สารละลาย HCl, HNO_3, NaCl และ $CaCl_2$ ความเข้มข้น 0.1 M. ส่วนความเป็นไปได้ในการนำวัสดุดูดซับกลับมาใช้ใหม่จะทำการทดลอง 5 รอบ
4. การศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับโลหะหนักในถังปฏิกิริยาจะเลือกเฉพาะวัสดุที่ดูดซับโลหะหนักได้ดีที่สุดมาทำการศึกษา โดยพิจารณาจากผลไอโซเทอมและความสามารถในการตกตะกอนของวัสดุดูดซับจากสารละลาย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการพัฒนาเทคนิคในการกำจัดโลหะหนัก ด้วยการใช้กากของเสียจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้ ที่เหลือจากการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรภายในประเทศ

2. เป็นแนวทางในอนาคต เพื่อช่วยส่งเสริมการนำกากของเสียที่เหลือจากขบวนการผลิตน้ำผลไม้ ที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ในการกำจัดโลหะหนัก รวมทั้งอาจนำวิธีดังกล่าวไปใช้ในการพัฒนาการกำจัดโลหะหนักชนิดอื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ข้อมูลที่ได้อาจสามารถนำไปพัฒนาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับกำจัดโลหะหนักในโรงงานอุตสาหกรรมด้วยวิธีการที่ง่าย สะดวก และค่าใช้จ่ายต่ำ