หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

การพัฒนาประเทศไทย เพื่อเป็นประเทศอุตสาหกรรม ทำให้มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้ปริมาณของเสียอันตรายเพิ่มมากขึ้นด้วย เนื่องจากภาคอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายที่สำคัญ จากการคาดการณ์ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ในประเทศ โดยกรมควบคุมมลพิษ (2538) คาดว่าในปี 2538 จะมีปริมาณของเสียอันตรายเพิ่มขึ้นจากปี 2537 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 13 โดยปี 2538 จะมีปริมาณของเสียอันตรายประมาณ 1.5 ล้านตันต่อปี เป็นปริมาณของเสียอันตรายจากอุตสาหกรรมประมาณ 1.1 ล้านตันต่อปี และที่เหลือเป็นของเสียอันตรายจากชุมชน และกิจการพาณิชย์บริการต่าง ๆ ประมาณ 400,200 ตันต่อปี

จากการศึกษาปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นทั่วประเทศ โดยบริษัท Engineering Science ซึ่งรายงานไว้ใน "National Hazardous Waste Management Plan" ซึ่งเสนอต่อสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปี 2532 ได้ระบุว่า ในปี 2534 จะมีของเสียอันตรายเกิดขึ้นทั่วประเทศ 1,993,600 ตันและพยากรณ์ว่าในปี 2544 จะมีของเสียอันตรายเกิดขึ้นทั่วประเทศ 5,933,840 ตัน ในจำนวนของเสียอันตรายทั้งหมดดังกล่าว ของเสียอันตรายประเภทตะกอนและของแข็งโลหะหนัก มีปริมาณมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับของเสียประเภทอื่น ในปี 2534 มีปริมาณ 1,447,590 ตัน และคาดการณ์ว่าในปี 2544 จะมีปริมาณสูงถึง 4,418,030 ตัน (Ministry of Science,Technology and Energy. Office of the National Environment Board, 1989)

ของเสียเหล่านี้หากไม่ได้รับการจัดการอย่างเหมาะสม จะก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยของเสียเหล่านี้จะเข้าสู่วัฏจักรของสารเคมีและชีววิทยาในธรรมชาติ หรือระบบนิเวศน์รอบตัวเรา เกิดการสะสมในวงจรอาหาร เพิ่มอัตราเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และในที่สุดส่งผลกระทบต่ออายุขัยคนเรา จึงจำเป็นต้องมีการจัดการกับของเสียอันตราย ซึ่งแนวทางการจัดการที่ถูกต้อง ควรคำนึงถึงการป้องกันและการลดปริมาณของเสียให้เหลือน้อยที่สุด มากกว่าที่จะมุ่งตรงหาทางการกำจัดของเสียนั้นเลยตั้งแต่ต้น การลดปริมาณของเสีย (minimization) นั้น บางคนอาจเรียก การใช้เทคนิคในการผลิตที่สะอาด (clean technology) หรือการป้องกันมลพิษ (prevention) หรือที่เรียกว่าเทคนิคในการผลิตที่มีของเสียน้อยหรือไม่มีของเสียเกิดขึ้นเลย (low and non waste) อย่างไรก็ตามการลดปริมาณของเสียอันตรายอาจทำได้ในแนวทางใหญ่ ๆ ได้ 2 แนวทาง คือ การลดที่แหล่งกำเนิด เช่น การเปลี่ยนไปใช้วัตถุดิบชนิดใหม่ เปลี่ยนวิธีการผลิต หรือปรับปรุงเพิ่ม

ประสิทธิภาพในการผลิต และการนำของเสียกลับมาใช้งานใหม่ (recycle)

กระบวนการชุบโลหะด้วยไฟฟ้า คือ การทำให้โลหะชนิดหนึ่งไปเกาะบนโลหะอีกชนิดหนึ่ง โดยกรรมวิธีเคมี - ไฟฟ้า โดยเฉพาะกระบวนการชุบโลหะนิกเกิล ซึ่งใช้กันแพร่หลายมากในอุตสาหกรรมชุบโลหะด้วยไฟฟ้า เพราะนิกเกิลมีความทนทานต่อการสึกกร่อนได้ดี ดังนั้นการชุบนิกเกิลบนโลหะอื่น เพื่อรักษาเนื้อโลหะเดิมไม่ให้เกิดสนิมง่าย และยังช่วยให้โลหะที่ชุบสวยงาม นิกเกิลใช้ชุบรองพื้นบนชิ้นงานก่อนชุบโครเมียม และรองพื้นก่อนชุบทองหรือก่อนชุบเงิน นิกเกิลที่ใช้ในการชุบโลหะด้วยไฟฟ้าประกอบด้วยนิกเกิลซัลเฟต ($NiSO_4.7H_2O$) นิกเกิลคลอไรด์ ($NiCl.6H_2O$) และกรดบอลิก (H_3BO_3) เป็นตัวควบคุมพีเอช และน้ำยาเงาช่วยเพิ่มความเงาให้กับผิวงานที่ชุบ

อย่างไรก็ตามกระบวนการชุบโลหะนิกเกิลถึงแม้จะมีประโยชน์ แต่ก็เป็นกระบวนการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากกระบวนการชุบโลหะนิกเกิล ทำให้เกิดของเสียที่มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่ ได้แก่ นิกเกิล (Ni) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) ซึ่งปะปนอยู่ในน้ำทิ้งจากกระบวนการชุบโลหะ ซึ่งปกตินำทิ้งดังกล่าวจะถูกบำบัดโดยใช้วิธีทางเคมี คือ จะเติมโซเดียมไฮโดรเจนซัลเฟต ($NaHSO_3$) เพื่อทำให้เกิดปฏิกิริยารีดักชัน (reduction) เปลี่ยนรูปของโครเมียมจากรูป Cr^{+6} กลายเป็นโครเมียม ในรูป Cr^{+3} และทำให้เกิดการตกตะกอน (precipitation) โดยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพื่อทำปฏิกิริยาเปลี่ยนรูปของโลหะหนัก ให้เกิดเป็นตะกอนไฮดรอกไซด์ (hydroxide) ของโลหะหนักเหล่านั้น ซึ่งเป็นตะกอนที่ไม่ละลายน้ำ เมื่อแยกตะกอนออกจากน้ำ (sedimentation) และตากตะกอนให้แห้งแล้ว ตะกอนดังกล่าวจะถูกนำไปฝังกลบ (landfill) โดยศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมแสมดำ ซึ่งต้องเสียค่าธรรมเนียมในการให้บริการ เช่น ค่าบริการทำลายฤทธิ์ตะกอนโลหะหนัก 450 บาทต่อตัน ค่าเก็บรวบรวมกากในบ่อฝังกลบ 100 บาทต่อตัน ค่าขนส่งตะกอนจากโรงงานมายังศูนย์กำจัดหรือนำไปฝัง 2 บาทต่อตัน-กิโลเมตร (สมาน ตั้งทองทวี, 2537)

ตะกอนที่เกิดจากการบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการชุบโลหะนิกเกิลดังกล่าว มีนิกเกิลเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมาก ซึ่งนิกเกิลเป็นโลหะที่มีราคาแพง และถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายด้าน เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กกล้าไร้สนิมและเหล็กกล้าผสม ทำโลหะนิกเกิลผสมที่ใช้ในงานพิเศษที่ทนการกัดกร่อนสูง และใช้เคลือบผิวเหล็ก (electroplating) (มนัส สถิรจินดา, 2538) ซึ่งการบำบัดตะกอนดังกล่าว ต้องเสียค่าใช้จ่ายเป็นจำนวนมาก ประกอบกับการนำตะกอนไปฝังกลบ จะมีความเสี่ยงในการรั่วไหลออกสู่ธรรมชาติ มีโอกาสเป็นไปได้สูงที่ตะกอนจะปะปนไปกับขยะชุมชน และเป็นการสูญเสียนิกเกิลซึ่งเป็นโลหะที่มีค่า โดยไม่อาจนำกลับมาใช้ใหม่ จึงน่าจะเป็นไปได้ที่จะมีการนำนิกเกิลจากตะกอนดังกล่าวกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ตามแนวทางการจัดการของเสียที่ถูกต้อง และทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน โดยอาศัยกระบวนการทาง

ชีววิทยา ที่เรียกว่า ไบโอลิชชิ่ง (Bioleaching) ซึ่งคือ การเกิด กระบวนการออกซิเดชัน (oxidation) ของแบคทีเรีย ทำให้โลหะที่อยู่ในรูปที่ไม่ละลายน้ำ กลายเป็นรูปที่ละลายน้ำได้ ซึ่งมีการนำกระบวนการไบโอลิชชิ่งไปประยุกต์ใช้ในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การลดปริมาณซัลเฟอร์ในถ่านหิน เพื่อควบคุมมลภาวะเป็นพิษทางอากาศ การสกัดโลหะหนักออกจากตะกอนลำน้ำ การกำจัดโลหะหนักออกจากดินที่ปนเปื้อน และการสกัดโลหะหนักออกจากตะกอนที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสีย

การศึกษานี้ จะศึกษาการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักที่ได้จากลานตากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการชุบโลหะนิกเกิล โดยแบคทีเรีย *Thiobacillus ferrooxidans* ATCC 19859 และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักดังกล่าว ซึ่งได้แก่

- ชนิดของแบคทีเรีย โดยเปรียบเทียบระหว่างแบคทีเรีย *Thiobacillus ferrooxidans* ATCC 19859, *Thiobacillus thiooxidans* ATCC 8085 และเชื้อผสมระหว่าง *T. ferrooxidans* และ *T. thiooxidans*
- ช่วงเวลาเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย โดยศึกษากับ *T. ferrooxidans* และ *T. thiooxidans*
- ปริมาณเฟอร์รัสอิออน
- การปรับสภาพเชื้อ *T. ferrooxidans*
- ปริมาณกากตะกอนโลหะหนัก

และศึกษาการใช้แบคทีเรีย *T. ferrooxidans* สกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักในระบบถังปฏิกรณ์แบบทีละเท

วัตถุประสงค์

1.ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักที่ได้จากลานตากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการชุบโลหะนิกเกิล ซึ่งได้แก่

- ชนิดของแบคทีเรีย โดยเปรียบเทียบระหว่างแบคทีเรีย *T. ferrooxidans, T. thiooxidans* และเชื้อผสมระหว่าง *T. ferrooxidans* และ *T. thiooxidans*
- ช่วงเวลาเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย โดยศึกษากับ *T. ferrooxidans* และ *T. thiooxidans*
- ปริมาณเฟอร์รัสอิออน
- การปรับสภาพเชื้อ *T. ferrooxidans*
- ปริมาณกากตะกอนโลหะหนัก

2.ศึกษาประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักที่ได้จากลานตากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการชุบโลหะนิกเกิล โดยแบคทีเรีย *T. ferrooxidans* ในระบบถังปฏิกรณ์แบบทีละเท

สมมุติฐานการวิจัย

1. ชนิดแบคทีเรีย ช่วงเวลาเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย ปริมาณเฟอร์รัสอิออน การปรับสภาพเชื้อ และปริมาณกากตะกอนโลหะหนัก ที่แตกต่างกันจะมีผลต่อประสิทธิภาพในการสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักที่ได้จากลานตากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการชุบโลหะนิกเกิลได้แตกต่างกัน

2. แบคทีเรีย *Thiobacillus ferrooxidans* ATCC 19859 สามารถสกัดนิกเกิลออกจากกากตะกอนโลหะหนักที่ได้จากลานตากตะกอนของระบบบำบัดน้ำเสียทางเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีกระบวนการชุบโลหะนิกเกิล

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.เป็นข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการใช้กระบวนการไบโอลิชชิ่งในการสกัดโลหะหนักในรูปแบบอื่นที่ไม่ใช่โลหะซัลไฟด์

2.เป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำกระบวนการไบโอลิชชิ่งไปใช้ในการนำโลหะจากของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตโลหะขึ้นมาใช้ ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน ลดต้นทุนในการกำจัดของเสีย และเป็นประโยชน์ในด้านการลดมลพิษทางสิ่งแวดล้อม

3.เป็นข้อมูลพื้นฐานในการใช้กระบวนการไบโอลิชชิ่งในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม