

## การดูดซับโลหะหนักโดยใช้หญ้าแฝกและธูปฤาษี

Adsorption of Metal Ions by Using Vetiver Grass and Cattai

สุพัฒน์ บุตรดี<sup>1</sup>, ปริญทิพย์ รัตนบุรี<sup>1</sup>, ประกิต ไชยธาดา<sup>1</sup>, ผการัตน์ โรจน์ดวง<sup>1</sup>, ธารหทัย มาลาเวช<sup>1</sup>

<sup>1</sup>คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

จังหวัดนครศรีธรรมราช 80280

โทร 0-7580-9857 อีเมล supat\_buddee@yahoo.com

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาความสามารถในการดูดซับไอออนของโลหะหนักจากน้ำเสียจำนวน 2 ชนิด คือ ไอออนของโครเมียม ( $\text{Cr}^{3+}$ ) และไอออนของทองแดง ( $\text{Cu}^{2+}$ ) โดยใช้พืช 2 ชนิด คือ หญ้าแฝกและธูปฤาษี ในบ่อบำบัดจำลอง โดยศึกษาความเข้มข้นของไอออนของโลหะในน้ำเสียและระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับ ผลการศึกษาพบว่าทั้งหญ้าแฝกและธูปฤาษีสามารถดูดซับไอออนของโลหะทั้ง 2 ชนิดได้ โดยที่เวลา 60 วันเท่ากัน ธูปฤาษีมีประสิทธิภาพในการดูดซับ  $\text{Cr}^{3+}$  56.36% และ  $\text{Cu}^{2+}$  68.47% สูงกว่าหญ้าแฝกที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับ  $\text{Cr}^{3+}$  50.48% และ  $\text{Cu}^{2+}$  59.28% งานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จในการนำวัชพืชในท้องถิ่นมาใช้เป็นต้นแบบเพื่อพัฒนาระบบการบำบัดน้ำเสียด้วยธรรมชาติต่อไป

คำสำคัญ การดูดซับ หญ้าแฝก ธูปฤาษี น้ำเสีย

### ABSTRACT

In this research, adsorption of metal ions from synthetic wastewater ( $\text{Cr}^{3+}$  and  $\text{Cu}^{2+}$ ) were studied by using 2 natural plants, Vetiver Grass and Cattai in model pond. The concentration of metal ions and adsorption time were studied by UV-vis spectrophotometer. The results revealed that Vetiver grass shows better adsorption efficiency than Cattai for both metal ions. In case of Vetiver grass, metal ion adsorptivity of  $\text{Cr}^{3+}$  was 56.36% and  $\text{Cu}^{2+}$  was 68.47% whereas Cattai shows adsorption efficiency of  $\text{Cr}^{3+}$  was 50.48% and  $\text{Cu}^{2+}$  was 59.28% recorded for 60 days. This work was successfully used local plants for metal ions adsorption in wastewater.

Keywords : Adsorption, Vetiver Grass, Cattai, Wastewater

## 1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาเกี่ยวกับแหล่งน้ำเน่าเสียที่ไม่มีการจัดการอย่างจริงจัง และประชาชนส่วนใหญ่ยังไม่ตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดมลพิษทางน้ำคือ น้ำเสียที่เกิดจากแหล่งชุมชน เนื่องจากจำนวนประชากรในประเทศเพิ่มขึ้นมาก ทำให้เขตชุมชน หรือเขตเมืองต่าง ๆ มีการขยายตัวตามไปด้วย แนวทางการลดปัญหาดังกล่าวสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้บ่อดักตะกอน บ่อเติมอากาศ เพื่อเป็นการบำบัดน้ำเสียเริ่มต้น ก่อนปล่อยทิ้งสู่แหล่งสาธารณะ แต่ระบบดังกล่าวใช้ต้นทุนค่อนข้างสูง ในขณะที่วิธีบำบัดทางกายภาพ, เคมี, กายภาพ-เคมี และวิธีทางชีวภาพเป็นการบำบัดน้ำเสียที่อาศัยธรรมชาติเป็นตัวช่วยในการกำจัดสารปนเปื้อนออกจากน้ำเสีย ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ต้นทุนต่ำและมีความเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสูง (สุมล นิลรัตน์นิศากร, 2557)

การบำบัดน้ำเสียตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว พระองค์ทรงต้องการให้เป็นเทคโนโลยีที่ง่าย สะดวกและเป็นวิธีการที่อาศัยธรรมชาติให้ช่วยเหลือธรรมชาติด้วยตนเอง โดยการอาศัยพืชช่วยในการกรองหรือฟอกน้ำให้สะอาดขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการที่พืชดูดซับธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำเสีย และจากการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินนำไปใช้ในการเจริญเติบโต ประกอบกัน (สุภาพร จันรุ่งเรือง และพิสุขย์ จัตวาพรวนิช, 2535) นอกจากนี้ การใช้พืชน้ำในการกรองน้ำเสียจะได้รับผลพลอยได้ในก้านำพืชน้ำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นตลอดจนช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการบำบัดน้ำเสียที่ต้องลงทุนสูง การบำบัดน้ำเสียด้วยพืช โดยใช้วิธีปลูกพืชในน้ำโดยตรง ซึ่งมีแพเป็นสื่อค้ำจุนโดยใช้หญ้าแฝกและธูปฤาษีเป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องจากพืชทั้งสองสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีโลหะหนัก จึงเป็นที่น่าสนใจในการคัดเลือกมาใช้ประโยชน์ในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งน้ำเสียที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายประเภทจะมีโลหะหนักเจือปนอยู่ในปริมาณสูง เช่น  $\text{Cu}^{2+}$   $\text{Ni}^{2+}$   $\text{Cr}^{3+}$  เป็นต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาการบำบัดไอออนของโลหะหนักบางชนิด คือ ไอออนของโครเมียมและไอออนของทองแดงโดยใช้หญ้าแฝกและธูปฤาษีเนื่องจากเป็นสารละลายที่มีสี จึงสังเกตได้ง่าย โดยมุ่งหมายว่า ผลการศึกษานี้จะทราบถึงประสิทธิภาพในการบำบัดโครเมียมและทองแดงโดยใช้พืชที่มีอยู่มากในท้องถิ่น

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับโครเมียมและทองแดงด้วยหญ้าแฝกและธูปฤาษี
2. เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการบำบัดโลหะหนักในน้ำเสียด้วยวิธีธรรมชาติบำบัด

### 3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

#### ตอนที่ 1 การสร้างบ่อทดลอง

##### 1. บ่อทดลอง

– สร้างบ่อทดลองขนาดรวม (กว้าง 60 นิ้ว ยาว 90 นิ้ว ลึก 22.5 นิ้ว) จำนวน 2 บ่อ จากนั้นแบ่งเป็นบ่อย่อยจำนวน 6 บ่อ (กว้าง 60 นิ้ว ยาว 30 นิ้ว ลึก 22.5 นิ้ว)

– ฉาบบ่อทั้งด้านในและด้านนอกด้วยยาแนวเพื่อป้องกันน้ำรั่วซึม

##### 2. แพลลอย

– ตัดท่อ พีวีซี ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3 นิ้ว หนา 5 มิลลิเมตร จำนวน 4 ท่อน ยาวท่อนละ 20 นิ้ว จำนวน 2 ท่อน ยาว 40 นิ้ว

– นำข้อต่อ 90 องศา มาประกอบมุมทั้ง 4 ด้าน เพื่อประกอบเป็นกรอบรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

– นำตะแกรงพลาสติกยาว 40 นิ้ว กว้าง 20 นิ้ว วางบนท่อกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า แล้วมัดด้วยลวดให้แน่น

– นำไม้ไผ่ผ่าซีก ขนาด 1 นิ้ว ยาว 40 นิ้ว (จำนวน 2 ท่อน) มัดบนตะแกรงพลาสติกที่คว่ำลงกับท่อพีวีซีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

– นำไม้ไผ่ผ่าซีก ขนาด 1 นิ้ว ยาว 20 นิ้ว (จำนวน 2 ท่อน) มัดบนตะแกรงพลาสติกที่คว่ำลงกับท่อพีวีซีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอีกชั้น เพื่อให้เกิดเป็นช่องสำหรับปลูก

– นำหญ้าแฝกและผักตบชวามาปลูกเป็น 2 แถว แถวละ 10 ต้น โดยให้ส่วนรากของหญ้าแฝกและผักตบชวาลอดทะลุลงใต้ตะแกรงพลาสติก จะได้จำนวนพืชตัวอย่างชนิดละ 60 ต้น

#### ตอนที่ 2 เตรียมตัวอย่างน้ำเสีย

– เตรียมสารละลายของโครเมียมและทองแดงจาก  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  และ  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ตามลำดับให้มีความเข้มข้น 200 ppm จำนวน 100 ml

– นำน้ำตัวอย่างไปทำการวิเคราะห์หาค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเทคนิค UV-vis spectrophotometer โดยวัดที่ความยาวคลื่น 540 nm และ 408 nm สำหรับโครเมียมไอออนและทองแดงไอออน ตามลำดับ

#### ตอนที่ 3 การบำบัดโครเมียมและทองแดงด้วยหญ้าแฝกและรูดฤาษี

– เตรียมน้ำเสียตัวอย่างที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 200 ppm ปริมาตร 60 ลิตร ใส่ในบ่อบำบัดประติษฐ์ ทั้ง 6 บ่อ

– นำแพหญ้าแฝกและรูดฤาษีมาลงไปในบ่อ โดยบ่อที่ 1 เป็นน้ำเสียตัวอย่างที่ไม่มีพืชบำบัด บ่อที่ 2 แพหญ้าแฝก บ่อที่ 3 แพรูดฤาษี

- เก็บน้ำตัวอย่างจำนวน 10 mL ทุก ๆ 15 วัน จำนวน 4 ครั้ง แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค UV-vis spectrophotometer เพื่อหาความสามารถในการดูดซับโลหะของพืชทั้ง 2 ชนิด

#### 4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณต่าง ๆ ที่ศึกษาในงานวิจัย

พารามิเตอร์	
จำนวนหญ้าแฝก	60 ต้น
จำนวนต้นรูดฤาษี	60 ต้น
ความเข้มข้นของไอออนโครเมียม	200 ppm
ความเข้มข้นของไอออนทองแดง	200 ppm
ปริมาณน้ำเสียต่อบ่อ	60 ลิตร
ระยะเวลาศึกษา	60 วัน
ระยะเวลาห่างในการเก็บตัวอย่าง	15 วัน
ปริมาณสารตัวอย่างที่วิเคราะห์ต่อครั้ง	10 mL

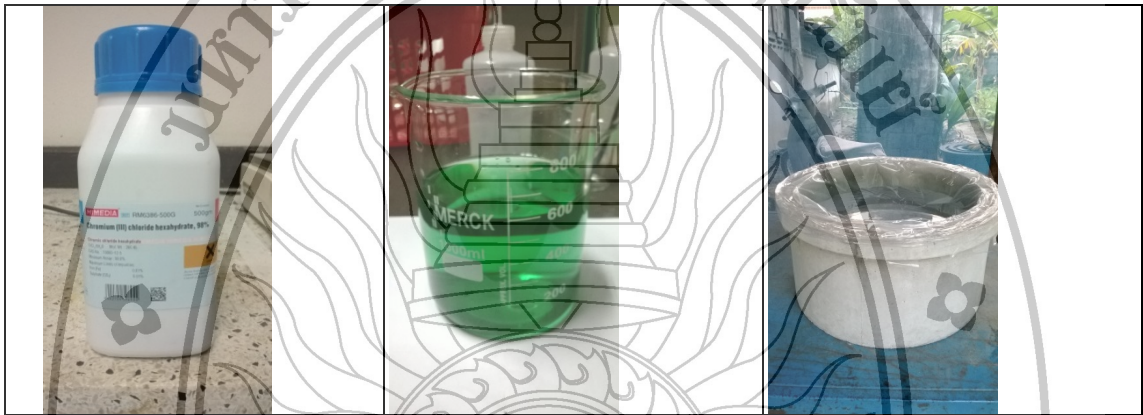
ตารางที่ 1 แสดงปริมาณต่าง ๆ ที่ศึกษาในงานวิจัย ได้แก่จำนวนพืชที่ใช้ในการศึกษา ความเข้มข้นของน้ำเสียที่มีไอออนของโลหะเจือปนอยู่ ระยะเวลาศึกษา และระยะเวลาเก็บตัวอย่าง

ในการศึกษาประสิทธิภาพการดูดซับไอออนของโลหะจำนวน 2 ชนิด คือ โครเมียม และทองแดง ผู้วิจัยได้แบ่งบ่อทดลองเป็น 3 บ่อ จำนวน 2 ชุด โดยบ่อที่ 1 ของแต่ละชุด เป็นบ่อควบคุม จะเติมน้ำเปล่าและไม่มีพืชชนิดใดอยู่ บ่อที่ 2 ปลูกรูปลูกหญ้าแฝก และบ่อที่ 3 ปลูกรูดฤาษี โดยชุดที่ 1 จะเติมน้ำเสียที่มีไอออนของโครเมียมผสมอยู่ความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน บ่อละ 60 ลิตรชุดที่ 2 จะเติมน้ำเสียที่มีไอออนของทองแดงผสมอยู่ความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน บ่อละ 60 ลิตรเช่นกัน และปลูกรูปลูกทั้งไว้ในสภาพแวดล้อมเดียวกันเป็นเวลา 60 วัน โดยจะทดสอบประสิทธิภาพในการดูดซับด้วยการเก็บน้ำตัวอย่างจำนวน 10 มิลลิลิตรมาวิเคราะห์ทุก ๆ 15 วัน ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ รูปการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 1 - 4

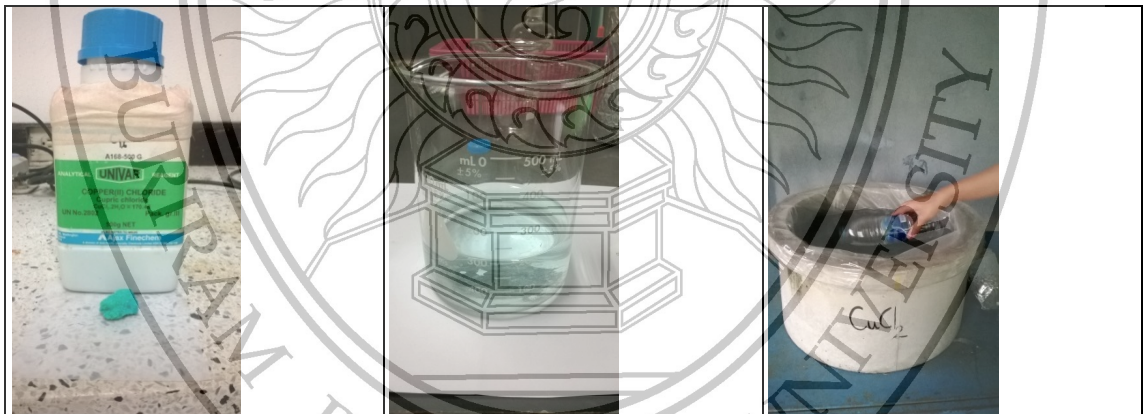




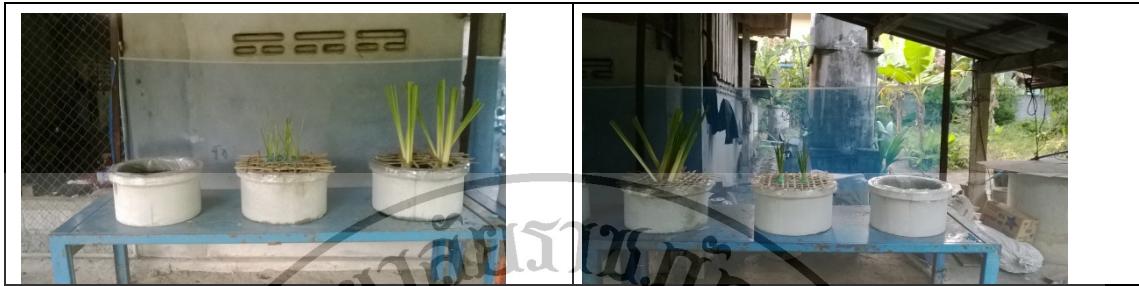
รูปที่ 1 แสดงการเตรียมบ่อบำบัด



รูปที่ 2 แสดงการเตรียมไอออนของโลหะโครเมียม



รูปที่ 3 แสดงการเตรียมไอออนของโลหะทองแดง



รูปที่ 4 แสดงแปลงปลูก

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับโครเมียมและทองแดงด้วยหญ้าแฝกและรูดฤาษี

	ประสิทธิภาพการดูดซับ* (%)									
	Cr <sup>3+</sup> (วัน)					Cu <sup>2+</sup> (วัน)				
	0	15	30	45	60	0	15	30	45	60
หญ้าแฝก	0	1.34	25.35	36.97	50.48	0	4.56	24.23	45.25	59.28
รูดฤาษี	0	4.70	28.65	44.57	56.36	0	13.78	30.68	52.80	68.47

หมายเหตุ \* ค่าประสิทธิภาพที่แสดงเป็นค่าที่เฉลี่ยจากการวัด 3 ซ้ำ

บ่อควบคุมไม่แสดงผลเนื่องจากไม่มีไอออนของโลหะผสมอยู่

จากตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการดูดซับโครเมียมและทองแดงด้วยหญ้าแฝกและรูดฤาษี โดยใช้เวลาศึกษา 2 เดือน หรือ 60 วัน พบว่า ต้นรูดฤาษีสามารถดูดซับปริมาณโลหะทั้ง 2 ชนิดได้ในเปอร์เซ็นต์ที่มากกว่าหญ้าแฝก คือ Cr<sup>3+</sup> 56.36 %, Cu<sup>2+</sup> 68.47 % และ Cr<sup>3+</sup> 50.48 %, Cu<sup>2+</sup> 59.28 % ตามลำดับ โดยพบว่าเมื่อใช้เวลาในการศึกษานานขึ้น ประสิทธิภาพในการดูดซับก็จะมากขึ้นด้วย

## 5. สรุปผล

จากการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับไอออนของโครเมียมและทองแดง ซึ่งจะพบได้มากในน้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าทั้งหญ้าแฝกและรูดฤาษีสามารถดูดซับไอออนของโลหะทั้ง 2 ชนิดได้ดี โดยที่เวลาศึกษาจำนวน 60 วัน ต้นรูดฤาษีมีประสิทธิภาพในการดูดซับ Cr<sup>3+</sup> ได้ 56.36 % และ Cu<sup>2+</sup> ได้ 68.47 % สูงกว่าหญ้าแฝกที่มีประสิทธิภาพในการดูดซับ Cr<sup>3+</sup> 50.48 % และ Cu<sup>2+</sup> 59.28 %

## 6. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากในน้ำเสียที่ปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรมจริงจะมีการปนเปื้อนของโลหะหนักหลายชนิด จึงควรมีการศึกษาประสิทธิภาพในการดูดซับเมื่อมีไอออนโลหะหนักหลายชนิดปนอยู่ด้วยกัน การเลี้ยงพืชทั้ง 2 ชนิดในบ่อประดิษฐ์ค่อนข้างใช้เวลาในการเจริญเติบโตนาน จึงควรขยายผลด้วยการปลูกลงดินในพื้นที่ขนาดกว้างขึ้น

### เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ ตั้งคณานุรักษ์ และ คณิตา ตั้งคณานุรักษ์. 2550. หลักการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.  
สุภาพร จันรุ่งเรือง และ พิเศษ จัตวาพรวนิช. 2535. การศึกษาศักยภาพการใช้รูปธาตุซีในการบำบัดน้ำเสีย. สำนักพิมพ์รวมศาสตร์, กรุงเทพฯ.  
สมล นิลรัตน์นิศากร. 2557. การบำบัดน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อมด้วยต้นธูปฤาษี. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี.