

# การกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีด้วยตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง

## Chromium Removal of Wastewater after COD Analysis with Tannin Adsorbent from Guava Leaves

พรทิพย์ สอนเสถียร อรวี พิศเรียงเลื่อน นันทนิตย์ ยีมวาสนา และ อุษารัตน์ คำทับทิม  
Pornthip Sornsathian, Orawe Pichruengleun, Nantanit Yimwasana  
and Usarat Kumtabtim

สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

E-mail: usarat.k@rmutk.ac.th Tel:02-2879600 ext. 1205

### บทคัดย่อ

การศึกษาการกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ค่าซีโอดีด้วยตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง แบ่งการทดลองเป็น 2 ตอน คือ ตอนที่ 1 เป็นการศึกษาวิธีการสกัดแทนนินจากใบฝรั่งด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างอะซิโตน 60% กับเอทิลแอลกอฮอล์ 80% โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักใบฝรั่งต่อปริมาตรตัวละลายผสมเป็น 500 : 2000 กรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนตอนที่ 2 เป็นการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีโดยใช้ตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่งโดยกระบวนการดูดซับแบบกะ จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ค่าซีโอดีที่ 398.71 พีพีเอ็ม สภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมด้วยตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง คือน้ำหนักของตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง 3 กรัม พีเอชเริ่มต้นของสารละลายเท่ากับ 1 ระยะเวลาในการดูดซับ 3 ชั่วโมง อัตราการกวน 85 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง ประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งด้วยตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่งที่สภาวะที่เหมาะสมเท่ากับร้อยละ 95.3

**คำสำคัญ:** การกำจัดโครเมียม ใบฝรั่ง การบำบัดน้ำเสีย

### Abstract

The study of chromium removal of wastewater after COD analysis with tannin adsorbent from guava leaves was divided into two parts. The first part was the study of tannin extraction from guava leaves using mixed solvent including 60% acetone and 80% ethyl alcohol. The ratio between guava leaf weight and volume of mixed solvent was 500:2000 gram per milliliter. The second part was the study of optimum condition for chromium removal of wastewater from COD analysis with tannin adsorbent from guava leaves by batch process. In this study, the initial chromium concentration of wastewater from COD analysis was 398.71 ppm. The optimum condition for chromium removal was 3 g of tannin adsorbent, initial solution pH at 1, and adsorption time of 3 hours with shaking speed of 100 rpm at room temperature. With the optimum condition, the chromium removal efficiency from wastewater with tannin adsorbent from guava leaves was 95.3 percent.

**Keywords:** Chromium removal, Guava leaves, Wastewater treatment

## 1. บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์และเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต ความต้องการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ แตกต่างกันไปทั้งในแง่ปริมาณและคุณภาพ มนุษย์มีการใช้น้ำเพื่อประโยชน์ในด้านการอุปโภค บริโภค การเกษตรและอุตสาหกรรม ส่งผลให้น้ำที่ผ่านการใช้งานแล้วมีสิ่งเจือปนตกค้างอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น สารอินทรีย์ เชื้อโรคจุลินทรีย์ สารเคมี และโลหะหนักบางชนิด ซึ่งในสถานการณ์ปัจจุบันอัตราการถ่ายเทโลหะหนักสู่สิ่งแวดล้อม สูงมากขึ้น เนื่องจากมีการใช้โลหะหนักชนิดต่างๆ เช่น ทองแดง โครเมียม สังกะสี และตะกั่ว ในกระบวนการผลิตของภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ทำให้น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีโลหะหนักเจือปนมาในน้ำทิ้งด้วย (ลาววัลย์, 2555) นอกจากนี้ ยังมีน้ำทิ้งบางส่วนที่มาจากห้องปฏิบัติการทางเคมีที่เป็นน้ำทิ้งซึ่งมีโลหะหนักชนิดต่าง ๆ เจือปนอยู่เช่น น้ำทิ้งที่เหลือจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดี (COD, chemical oxygen demand) ซึ่งมีโลหะหนักเจือปนอยู่หลายชนิด เนื่องจากในขั้นตอนการวิเคราะห์และการทำปฏิกิริยามีการใช้สารเคมีและสารประกอบของโลหะหนักชนิดต่างๆ เช่น โครเมียม เหล็ก โปรท และเงิน ทำให้น้ำทิ้งหลังจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีมีการเจือปนของโลหะ โดยเฉพาะโครเมียมในปริมาณที่สูง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องบำบัดหรือกำจัดโลหะที่ปนเปื้อนออกจากรน้ำทิ้ง เพื่อให้มีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไปกระบวนการกำจัดโลหะหนักออกจากรน้ำทิ้งมีหลายวิธี เช่น การตกตะกอนด้วยสารเคมีการแลกเปลี่ยนไอออน วิธีการดูดซับ และสกัดด้วยตัวทำละลาย ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน สำหรับกระบวนการกำจัดโลหะโครเมียมออกจากรน้ำทิ้ง มักนิยมใช้วิธีการตกตะกอนด้วยสารเคมีโดยการปรับสภาพสารละลายให้เป็นอย่างทำให้โลหะหนักตกตะกอนในรูปของสารประกอบไฮดรอกไซด์ แล้วแยกตะกอนออกจากรน้ำทิ้งในถังตกตะกอน แต่เนื่องจากโครเมียมที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าซีโอดีอยู่ในรูปแบบของโครเมียม (VI) ไอออน หรือไดโครเมตไอออน ( $Cr_2O_7^{2-}$ ) จึงต้องมีการใช้เฟอร์รัสซัลเฟต ( $FeSO_4$ ) เป็นตัวรีดิวซ์ที่พีเอช (pH) ของสารละลายประมาณ 2.5 เพื่อรีดิวซ์โครเมียม (VI) ไอออนเป็นโครเมียม (III) ไอออน แล้วปรับ pH เป็น 8.5 เพื่อให้เกิดการตกตะกอนออกมาในรูปของสารประกอบโครเมียมไฮดรอกไซด์ ( $Cr(OH)_3$ ) (อนวัช และชินพงษ์, 2547) ก่อนที่จะปล่อยน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำ ในกระบวนการกำจัดโลหะโครเมียมออกจากรน้ำทิ้งด้วยวิธีการตกตะกอน พบว่ามีขั้นตอนการวิเคราะห์หลายขั้นตอนและมีการใช้สารเคมีหลายชนิด ทำให้มีงานวิจัยจำนวนมากที่ศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดโลหะออกจากรน้ำทิ้งด้วยวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย การใช้เมมเบรนหรือเรซินแลกเปลี่ยนไอออน และการใช้ตัวดูดซับซึ่งกระบวนการดูดซับเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพดีเนื่องจากสามารถใช้ได้กับน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นของโลหะต่ำ กระบวนการไม่ยุ่งยากและที่สำคัญมีประสิทธิภาพสูงแต่ราคาถูก ซึ่งงานวิจัยในปัจจุบันได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับการใช้วัสดุทางชีวภาพและวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรในการกำจัดโลหะหนักออกจากรน้ำทิ้งเช่น เปลือกไม้ (Deshicar *et al.*, 2010) เปลือกข้าว (Chuah *et al.*, 2005) เปลือกมะนาว กากมะกอกที่เหลือจากการสกัดน้ำมันไม้ออค และซีเลื้อย และแก่นข้าวโพด (Ahmadpour *et al.*, 2009)

ในงานวิจัยนี้เป็นศึกษาเกี่ยวกับการกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยตัวดูดซับแทนนินที่สกัดจากใบฝรั่ง เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมีและลดขั้นตอนในการกำจัดโครเมียมออกจากรน้ำทิ้ง ซึ่งการใช้ตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่งเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์ เป็นการเพิ่มมูลค่าของใบฝรั่งและยังเป็นการใช้ตัวดูดซับที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

## 2. วิธีการทดลอง

โครงการนี้เป็นงานวิจัยเชิงการทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีขั้นตอนการทดลองแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาการสกัดแทนนินจากใบฝรั่งด้วยตัวทำละลาย และขั้นตอนที่ 2 เป็นการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้งด้วยตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับโลหะ ได้แก่

ความเข้มข้นของโครเมียมเริ่มต้นในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ซีโอดี, พีเอชเริ่มต้นของสารละลายนำหนักของตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง และระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับ

## 2.1 การสกัดแทนนินจากใบฝรั่งด้วยตัวทำละลาย

ใบฝรั่งที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นพันธุ์กิมจู ที่มีอยู่ในท้องถิ่นจังหวัดสมุทรสาคร โดยนำใบฝรั่งที่โตเต็ม มาล้างด้วยน้ำสะอาดแล้วล้างด้วยน้ำปราศจากไอออนอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปตากแดดให้แห้ง ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นบดให้ละเอียดและร่อนผ่านตะแกรกร่อนขนาด 1 ไมโครเมตร ใบฝรั่งบดละเอียดที่เตรียมได้ในขั้นตอนนี้เก็บไว้ในขวดสีชาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับการสกัดแทนนินจากใบฝรั่งในการทดลองได้ทำการสกัดด้วยตัวทำละลายโดยใช้วิธีแช่ วิธีต้มและวิธีสกัดด้วยเครื่อง Soxhlet ซึ่งตัวทำละลายที่ใช้ได้แก่ น้ำอะซิโตน เอทานอล และตัวทำละลายผสมระหว่างอะซิโตนและเอทานอล อัตราส่วนนำหนักใบฝรั่งต่อปริมาณตัวทำละลายคือ 10 กรัม ต่อ 400 มิลลิลิตร หลังจากครบระยะเวลาในการสกัด นำสารที่สกัดได้ไประเหยตัวทำละลายออกโดยใช้เครื่องระเหยสูญญากาศ แล้วนำสารสกัดหยาบที่ได้ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์หาปริมาณแทนนินในสารสกัดหยาบที่ได้จากวิธีการสกัดแบบต่าง ๆ ด้วยเครื่องยูวี-วิสสิเบิลสเปกโทรมิเตอร์ โดยการทำปฏิกิริยากับ Folin & Ciocalteus reagent ตรวจวัดที่ความยาวคลื่นเท่ากับ 735 นาโนเมตร หลังจากนั้นทำการเปรียบเทียบปริมาณแทนนินจากการสกัดแบบต่าง ๆ เพื่อเลือกวิธีการสกัดที่ให้ปริมาณแทนนินมากที่สุด เพื่อใช้เป็นวิธีการเตรียมตัวดูดซับในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งซีโอดีต่อไป

## 2.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมของการกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ซีโอดีด้วยตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง โดยกระบวนการดูดซับแบบกะ (Batch process)

2.2.1 การศึกษาผลของความเข้มข้นโครเมียมเริ่มต้นในน้ำทิ้งซีโอดีต่อการดูดซับโลหะโครเมียม ทำการทดลองโดยนำน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีมาเจือจางด้วยน้ำปราศจากไอออนในอัตราส่วน 1:2, 1:5, 1:10, 1:50 และ 1:100 หลังจากนั้นชั่งตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง 0.5 กรัมลงในขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำทิ้งที่มีความเข้มข้นของโครเมียมเริ่มต้นที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวด หลังจากนั้นทำการเขย่าบนเครื่องเขย่าสาร (Shaker bath) ด้วยอัตราเร็วในการเขย่า 85 รอบต่อนาที ระยะเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนด กรองแยกตัวดูดซับแทนนินออกโดยใช้กระดาษกรอง แล้วนำเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอปซอพท์ชันสเปกโทรมิเตอร์ (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

2.2.2 การศึกษาผลของพีเอชเริ่มต้นในน้ำทิ้งซีโอดีต่อการดูดซับโลหะโครเมียม ทำการเจือจางน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีด้วยน้ำปราศจากไอออนในอัตราส่วน 1:50 แล้วปรับค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลายให้เท่ากับ 1, 2, 3, และ 4 หลังจากนั้นชั่งตัวดูดซับแทนนิน 0.1 กรัม ลงในขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำทิ้งที่ปรับพีเอชแล้ว 20 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวด จากนั้นเขย่าบนเครื่องเขย่าสาร (Shaker bath) ด้วยอัตราเร็วในการเขย่า 85 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนด กรองแยกตัวดูดซับแทนนินออกแล้วนำเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอปซอพท์ชันสเปกโทรมิเตอร์ (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

2.2.3 การศึกษาผลของนำหนักตัวดูดซับแทนนินต่อการดูดซับโลหะโครเมียม ในการทดลองนี้ได้ทำการเจือจางน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ค่าซีโอดีด้วยน้ำปราศจากไอออนในอัตราส่วน 1:100 แล้วปรับค่าพีเอชเริ่มต้นให้เท่ากับค่าพีเอชที่เหมาะสมในการดูดซับโครเมียม (ตามการทดลองในข้อ 2.2.2) หลังจากนั้นชั่งตัวดูดซับแทนนินหนัก 0.25, 0.5, 1, 2 และ 3 กรัม ลงในขวดพลาสติกขนาด 60 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำทิ้งที่ปรับพีเอชเริ่มต้นแล้ว ปริมาตร 20 มิลลิลิตรลงในแต่ละขวด หลังจากนั้นทำการเขย่าบนเครื่องเขย่าสารด้วยอัตราเร็วในการเขย่า 85 รอบต่อนาที เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบตามเวลาที่กำหนดกรองแยกตัวดูดซับแทนนินออก แล้วนำเฉพาะส่วนที่เป็นสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมโดยใช้เครื่องอะตอมมิกแอปซอพท์ชันสเปกโทรมิเตอร์ (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

2.2.4 การศึกษาผลของเวลาที่ใช้ต่อการดูดซับโลหะโครเมียม ในการทดลองส่วนนี้ ได้ทำการเจือจางน้ำทิ้งด้วยน้ำปราศจากไอออนในอัตราส่วน 1:100 แล้วปรับค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลายให้เท่ากับค่าพีเอชที่เหมาะสม (ตามการทดลองในข้อ 2.2.2) หลังจากนั้นทำการชั่งน้ำหนักตัวดูดซับแทนนินที่เหมาะสม (ตามการทดลองในข้อ 2.2.3) ลงในขวดพลาสติกแล้วเติมน้ำทิ้งที่ปรับค่าพีเอชแล้วปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในแต่ละขวด หลังจากนั้นทำการเขย่าบนเครื่องเขย่าสารด้วยอัตราเร็วในการเขย่า 85 รอบต่อนาที ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลองคือ 1, 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนด กรองแยกตัวดูดซับนออกแล้วนำส่วนที่เป็นสารละลายไปวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมด้วยเครื่องอะตอมมิคแอปซอพท์ชันสเปกโทรมิเตอร์ (ทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง)

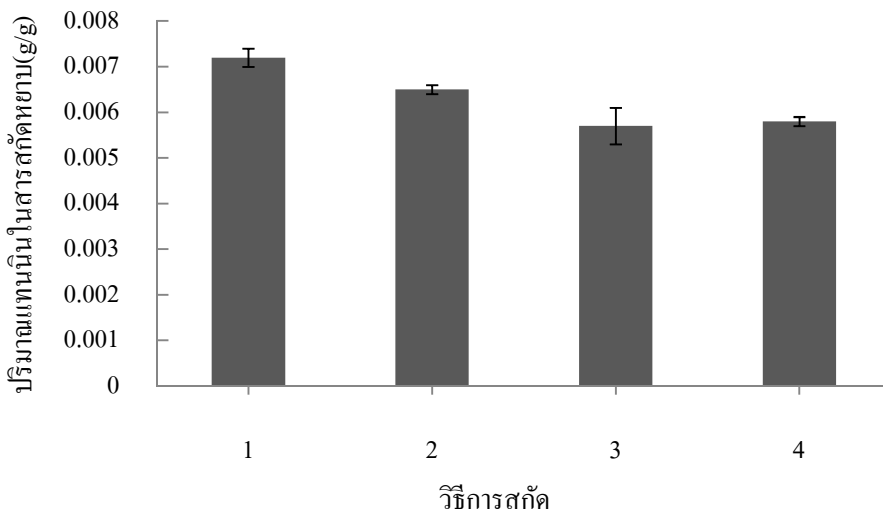
### 3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

#### 3.1 การสกัดแทนนินจากใบฝรั่งด้วยตัวทำละลาย

เมื่อทำการสกัดแทนนินจากใบฝรั่งโดยใช้วิธีการสกัดด้วยเครื่อง Soxhlet extractor วิธีแช่ในตัวทำละลาย และวิธีต้มในตัวทำละลายพบว่าสารแทนนินสกัดหยาบ (Crude tannin) ที่สกัดได้จากใบฝรั่งมีลักษณะเป็นของแข็งสีน้ำตาลอมเขียว ดังภาพที่ 1.1 เมื่อนำสารสกัดหยาบที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณแทนนินด้วยเครื่องยูวี-วิสลิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 735 นาโนเมตรพบว่าวิธีการสกัดโดยใช้เครื่อง Soxhlet extractor ด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างอะซิโตนและเอทานอล สามารถสกัดสารแทนนินได้ในปริมาณที่มากที่สุด แต่เมื่อพิจารณาวิธีการสกัดแบบแช่ในตัวทำละลายซึ่งใช้ตัวทำละลายชนิดเดียวกัน พบว่าสามารถสกัดแทนนินจากใบฝรั่งได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่วิธีการสกัดแบบแช่ในตัวทำละลายเป็นวิธีที่ประหยัดพลังงาน มีขั้นตอนในการสกัดที่ง่ายและสะดวกกว่า ดังนั้นในการทดลองนี้จึงเลือกใช้วิธีการสกัดแบบแช่ในตัวทำละลายผสมระหว่างอะซิโตนและเอทานอล ผลการวิเคราะห์ปริมาณแทนนินในสารสกัดหยาบที่สกัดได้โดยใช้วิธีการสกัดและตัวทำละลายชนิดต่างๆ แสดงดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.1 สารสกัดแทนนินแบบหยาบจากใบฝรั่ง (Crude tannin)



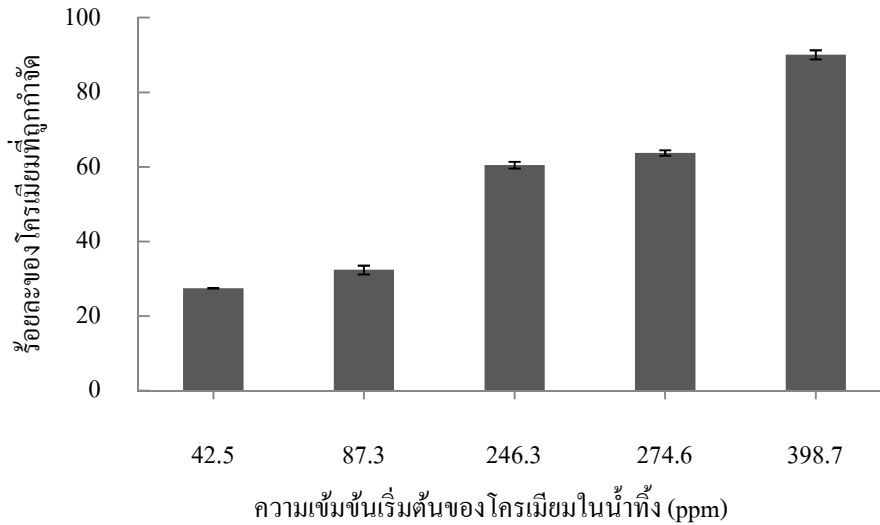
ภาพที่ 1.2 กราฟแสดงปริมาณสารแอมโมเนียมไนเตรตที่สกัดได้จากวิธีการสกัดด้วยตัวทำละลาย

- แบบที่ 1 สกัดในตัวทำละลายผสมอะซิโตน 60% และเอทานอล 80% โดยใช้เครื่องมือสกัด
- แบบที่ 2 แขนในตัวทำละลายผสมอะซิโตน 60% และเอทานอล 80%
- แบบที่ 3 แขนในน้ำกลั่น
- แบบที่ 4 ต้มในน้ำเดือด

### 3.2 การหาสภาวะที่เหมาะสมของการกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้งจากการวิเคราะห์ซีโอดีด้วยตัวดูดซับ แอมโมเนียมจากไบฟริ่ง โดยกระบวนการดูดซับแบบกะ (Batch process)

#### 3.2.1 ผลของความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งซีโอดีต่อการดูดซับโลหะโครเมียม

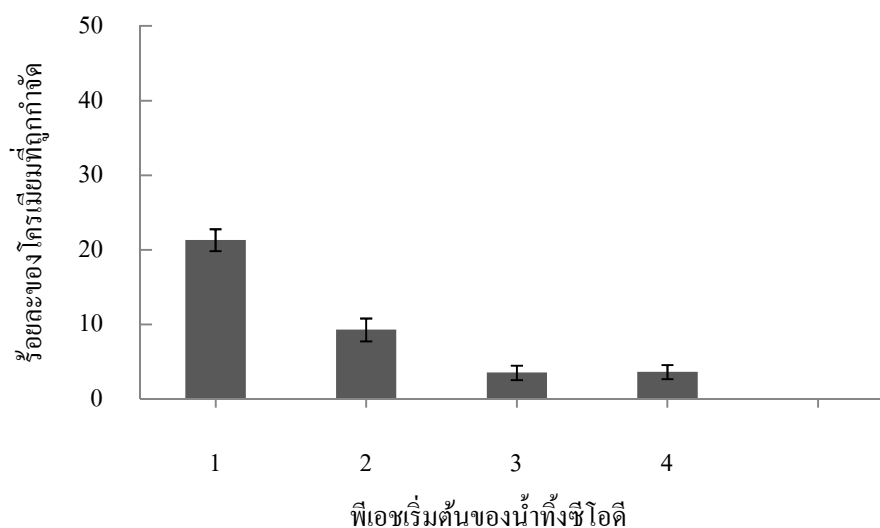
ในการทดลองนี้ได้ศึกษาความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งหลังจากการวิเคราะห์ซีโอดีโดยการเจือจางน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ค่าซีโอดีด้วยน้ำปราศจากไอออนในอัตราส่วน 1:2, 1:5, 1:10, 1:50 และ 1: 100 ซึ่งมีความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งเป็น 42.54, 87.34, 246.30, 274.65 และ 398.71 พีพีเอ็มตามลำดับ โดยในการทดลองส่วนนี้ใช้น้ำหนักของตัวดูดซับแอมโมเนียมจากไบฟริ่งเท่ากับ 0.5 กรัม น้ำทิ้งซีโอดีเจือจางปริมาตรเท่ากับ 20 มิลลิลิตร ระยะเวลาในการดูดซับ 3 ชั่วโมง อัตราเร็วของเครื่องเขย่า 85 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง จากผลการทดลองพบว่าเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งซีโอดีเพิ่มขึ้น ตัวดูดซับแอมโมเนียมจากไบฟริ่งจะมีความสามารถในการดูดซับโครเมียมเพิ่มขึ้น โดยเมื่อความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งที่ 398.71 พีพีเอ็ม สารสกัดแอมโมเนียมจากไบฟริ่งจะมีความสามารถในการดูดซับโครเมียมได้มากที่สุด โดยประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมจากน้ำทิ้งซีโอดีประมาณร้อยละ 92.07 (ระยะเวลาในการดูดซับ 3 ชั่วโมง) ดังนั้นในการทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีจึงใช้ความเข้มข้นของโครเมียมในน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีประมาณ 398.71 พีพีเอ็ม จากผลการทดลองที่ได้ในงานวิจัยนี้พบว่าความเข้มข้นเริ่มต้นที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งโดยการใช้ตัวดูดซับแอมโมเนียมจากไบฟริ่ง ให้ผลการทดลองที่สอดคล้องกับการทดลองเรื่องการกำจัดโลหะหนักโดยกระบวนการดูดซับด้วยเปลือกถั่วเหลือง ซึ่งพบว่าเมื่อปริมาณโลหะหนักเพิ่มมากขึ้นเปลือกถั่วเหลืองจะสามารถดูดซับโลหะได้ดีขึ้นจนถึงจุดสมดุล ซึ่งถ้าความเข้มข้นสูงกว่านี้โลหะจะไม่ถูกดูดซับ (ธนิก, 2545) ร้อยละของโครเมียมที่ถูกกำจัดออกจากน้ำทิ้งเมื่อใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมที่แตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งกับปริมาณโลหะโครเมียมที่ถูกดูดซับโดยการใช้ตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง

### 3.2.2 ผลของพีเอชเริ่มต้นในน้ำทิ้งซีโอดีต่อการดูดซับโลหะโครเมียม

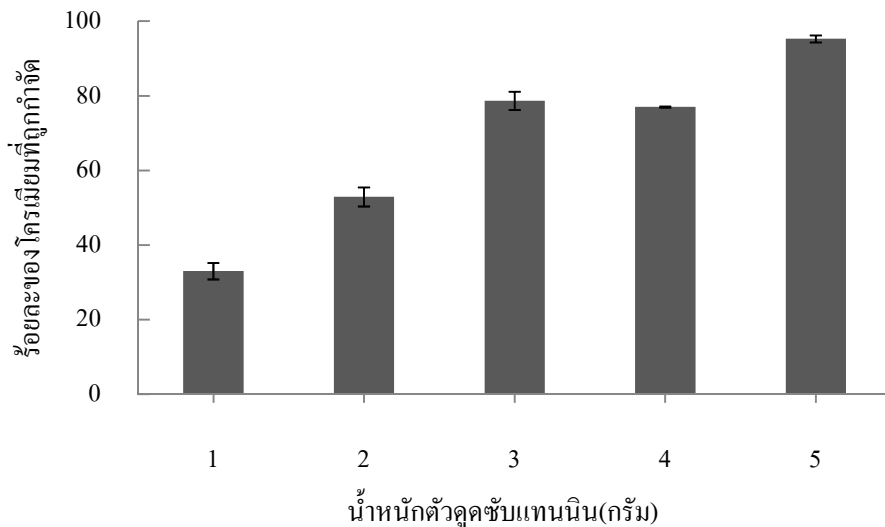
ในการทดลองนี้ได้ศึกษาผลของพีเอชเริ่มต้นของสารละลายที่มีต่อการดูดซับโครเมียมในน้ำทิ้ง โดยใช้พีเอชเริ่มต้นของสารละลายเท่ากับ 1, 2, 3 และ 4 จากผลการทดลองพบว่าตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่งสามารถกำจัดโครเมียมในน้ำทิ้งได้ดีเมื่อพีเอชเริ่มต้นของสารละลายเท่ากับ 1 โดยประสิทธิภาพการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งซีโอดีประมาณร้อยละ 21.33 และเมื่อค่าพีเอชเริ่มต้นของสารละลายมีค่ามากขึ้นประสิทธิภาพการดูดซับโครเมียมจะลดลง ดังนั้นพีเอชเริ่มต้นของสารละลายที่เหมาะสมในการทดลองนี้คือพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 1 ซึ่งผลการทดลองที่ได้ในงานวิจัยนี้มีความสอดคล้องกับผลการทดลองในงานวิจัยอื่นซึ่งพบว่าพีเอชของน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีจะมีค่าพีเอชค่อนข้างต่ำและกระบวนการดูดซับโครเมียมจะเกิดขึ้นได้ดีในช่วงพีเอชของสารละลายที่เป็นกรด (จิรพรรณ, 2546)



ภาพที่ 1.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชเริ่มต้นของน้ำทิ้งซีโอดีกับปริมาณโลหะโครเมียมที่ถูกดูดซับโดยการใช้ตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง

### 3.2.3 ผลของน้ำหนักตัวดูดซับแทนนินต่อการดูดซับโลหะโครเมียม

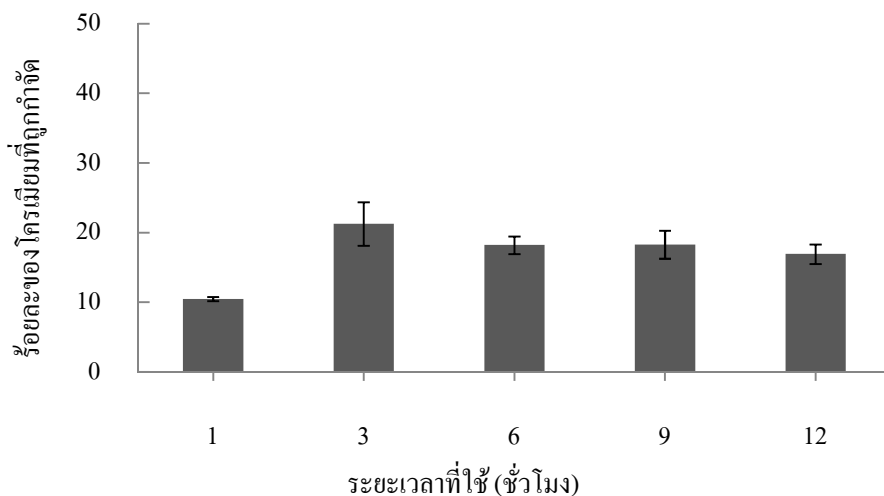
การศึกษาผลของน้ำหนักตัวดูดซับแทนนินที่ใช้ในการกำจัดโครเมียม สำหรับการทดลองใช้น้ำหนักของตัวดูดซับแทนนินที่ใช้คือ 0.25, 0.5, 1, 2 และ 3 กรัม น้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีมีปริมาตรเท่ากับ 20 มิลลิลิตร โดยปรับค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 1 ระยะเวลาในการดูดซับ 3 ชั่วโมง อัตราเร็วของเครื่องเขย่า 85 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง จากผลการทดลองพบว่าการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ตัวดูดซับแทนนินจากไบฟริงสามารถกำจัดโครเมียมได้มากที่สุดเมื่อใช้น้ำหนักของตัวดูดซับแทนนินเท่ากับ 3 กรัม ซึ่งประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมจากน้ำทิ้งซีโอดีเท่ากับร้อยละ 95.32



ภาพที่ 1.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวดูดซับแทนนินกับปริมาณโลหะโครเมียมที่ถูกดูดซับออกจากน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดี

### 3.2.4 ผลของเวลาที่ใช้ต่อการดูดซับโลหะโครเมียม

การศึกษาผลของระยะเวลาที่ใช้ต่อการดูดซับโลหะโครเมียม ในการทดลองส่วนนี้ใช้น้ำหนักของตัวดูดซับ 0.25 กรัม ปริมาตรน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีเท่ากับ 20 มิลลิลิตร โดยปรับค่าพีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 1 ระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับเท่ากับ 1, 3, 6, 9, 12 และ 24 ชั่วโมง อัตราเร็วของเครื่องเขย่า 85 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง จากผลการทดลองพบว่าอัตราการกำจัดโครเมียมของสารสกัดแทนนินเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 1-3 ชั่วโมงแรก หลังจากนั้นเมื่อระยะเวลาในการดูดซับเพิ่มมากขึ้นอัตราการกำจัดโครเมียมของสารสกัดแทนนินค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จึงเลือกใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมในการดูดซับโครเมียมเท่ากับ 3 ชั่วโมง เพื่อเป็นการประหยัดเวลาที่ใช้ในการทดลอง



ภาพที่ 1.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ใช้ในการดูดซับกับปริมาณโลหะโครเมียมที่ถูกดูดซับออกจากน้ำทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดี

#### 4. สรุป

การศึกษาการกำจัดโครเมียมในทิ้งหลังการวิเคราะห์ซีโอดีด้วยตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่งแบ่งเป็นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกเป็นการศึกษาวิธีการสกัดแทนนินจากใบฝรั่งด้วยตัวทำละลายผสมระหว่าง อะซิโตน 60% กับ เอทิลแอลกอฮอล์ 80% โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักใบฝรั่งต่อปริมาตรตัวละลายผสมเป็น 500 : 2000 กรัมต่อมิลลิลิตร ส่วนขั้นตอนที่สอง เป็นการหาสถานะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง โดยได้ทำการศึกษาระดับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งได้แก่ ความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งพีเอชเริ่มต้นของน้ำทิ้ง น้ำหนักตัวดูดซับแทนนินและระยะเวลาที่ใช้ จากผลการศึกษาพบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นเริ่มต้นของโครเมียมในน้ำทิ้งประมาณ 398.71 พีพีเอ็ม สถานะที่เหมาะสมในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งซีโอดีคือน้ำหนักของตัวดูดซับแทนนินจากใบฝรั่ง 3 กรัมพีเอชเริ่มต้นของสารละลายเท่ากับ 1 ระยะเวลาในการดูดซับ 3 ชั่วโมง อัตราการกวาน 85 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง ซึ่งประสิทธิภาพในการกำจัดโครเมียมออกจากน้ำทิ้งที่สถานะที่เหมาะสมเท่ากับ 95.3 เปอร์เซ็นต์

#### 5. เอกสารอ้างอิง

- จิรพรรณ ดิยั้ง. 2546. การกำจัดโครเมียมที่ค้างเหลือในน้ำเสียหลังจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีโดยกระบวนการดูดซับ. สาขาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร: 12-25.
- ธนิศ ภัทรกิตติ. 2545. การดูดซับโลหะหนักโดยใช้เปลือกกล้วยเหลือง. สาขาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพ). วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร: 16-20.
- ลาวัลย์ เอียวสวัสดิ์. 2555 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำ. [online]. เข้าถึงจาก[http://www.reo13.go.th/KM\\_reo13/data\\_know/53-02-24\\_HM.pdf](http://www.reo13.go.th/KM_reo13/data_know/53-02-24_HM.pdf): 2555
- อนวัช พินิจศักดิ์กุล และ ชินพงษ์ กฤตยากรนุพงศ์. 2555. การกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีโดยการบำบัดทางไฟฟ้าเคมี. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตร: 35-47.



- Ahmadpour A., M. Tahmasbi, T.R. Bastami and J.A. Besharati. 2009. **Rapid removal of cobalt ion from aqueous solutions by almond green hull.** Journal of Hazardous Materials 166(2-3): 925-930
- Chuah T.G., A. Jumariah, I. Azni, S. Katayon and S.Y. Thomas Choong. 2005. **Rice husk as a potentially low-cost biosorbent for heavy metal and dye removal: an overview.** Desalination 175(3): 305-316.
- Deshicar A.M., S.S. Bokade and S.S. Dara. 1990. **Modified Hardwickia binata bark for adsorption of mercury (II) from water.** Water Research 24(8): 1011-1016.