



การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ในลำน้ำแม่กลองด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี

ชันทัด โชคเจริญรัตน์¹, ชนกานต์ สุกุลแหว², พิมพิพัฒน์ ไชยวิเศษ³, จารุนันท์ ลิมส์ัจจาพาณิชย์³,
ปวีณา อนันตวิโรจน์กุล³, เพียงใจ เฉลิมวงศ์³, วรธนันท์ ประสานนาม³, สมัคร สุจริต³
และชัยณรงค์ สุกุลแหว^{3*}

Determination of hexavalent chromium in Mae Klong River by using spectrophotometry

Chanat Chokejaroenrat¹, Chanakarn Sakulthaew², Pimpipat Chaiwiset³, Jarunan Limsajjaphanich³,
Piangjai Chalermwong³, Wattanun Prasarnnam³, Pawina Anantawiranichakun³, Samak Sutjarit³
and Chainarong Sakulthaew^{3*}

¹ภาควิชาเทคโนโลยีและการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000

³ภาควิชาเทคนิคการสัตวแพทย์ คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร 10900

¹Department of Environmental Technology and Management, Faculty of Environment, Kasetsart University, Bangkok 10900

²Department of Applied Science, Faculty of Science and Technology, Nakhon Sawan Rajabhat University, Nakhon Sawan 60000

³Department of Veterinary Technology, Faculty of Veterinary Technology, Kasetsart University, Bangkok 10900

*Corresponding author. E-mail: cvtcns@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์เป็นสารปนเปื้อนที่มีพบในน้ำผิวดินเนื่องจากการใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมโลหะและเหมืองแร่ แม่น้ำแม่กลองเป็นแม่น้ำที่ไหลลงสู่อ่าวไทยซึ่งเป็นจุดที่ถูกปล่อยของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่งตลอดแม่น้ำสายนี้ การศึกษาวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการปนเปื้อนโลหะโครเมียมและโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ในแม่น้ำแม่กลอง จสมุทสงคราม โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำ 10 จุดทดสอบ และทำการย่อยน้ำตัวอย่างโดยวิธีการย่อยแบบเปียก จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมาทำการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตเมทรี (AAS) โดยอ้างอิงจากวิธีมาตรฐานของ AOAC (2005) และโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีโดยอ้างอิงจากวิธีมาตรฐานของ APHA (1985) จากผลการศึกษาพบว่าน้ำตัวอย่างมีค่าปริมาณโครเมียมและโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ต่ำกว่าค่าขีดจำกัดการตรวจวัดที่ 0.11 mg L^{-1} สำหรับวิธี AAS และ 0.04 mg L^{-1} สำหรับวิธีของสเปกโตรโฟโตเมทรี ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษที่ระดับ 0.3 mg L^{-1} สำหรับโครเมียมและ 0.25 mg L^{-1} สำหรับโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ ค่าร้อยละการกลับคืนของวิธี AAS และสเปกโตรโฟโตเมทรีอยู่ในช่วง 79-104 ความเข้มข้น) $5 - 15 \text{ mg L}^{-1}$ และ (77-107 ความเข้มข้น) $0.5 - 1.5 \text{ mg L}^{-1}$ ตามลำดับ จากผลการศึกษาวิจัยพบว่าปริมาณโลหะหนักโครเมียมทั้งสองชนิดในแม่น้ำแม่กลอง ในเขตจังหวัด จจุดอยู่ในระดับ 10 สมุทสงครามที่มีการเก็บตัวอย่างทั้งบที่ปลอดภัย

คำสำคัญ: อะตอมมิกแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตเมทรี โครเมียม โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ น้ำผิวดิน

Abstract

Hexavalent chromium Cr (VI) is a common contaminant found mostly in surface water because it is widely used in the metal and mineral processing industries. Mae Klong River empties into the gulf of Thailand therefore, undoubtedly, serving as final discharge points from several industries along the river. The objective of this study was to evaluate the chromium contamination in natural stream water. Water sampling were collected from 10 locations along the Mae Klong River and digested by wet-digestion method. Total chromium and hexavalent chromium were determined by atomic absorption spectrophotometry, AAS (AOA, 974.27), and spectrophotometry (APHA, 1985). Results showed that the amount of total chromium and hexavalent chromium were less than the



detection limit at 0.11 mg L^{-1} for AAS and 0.04 mg L^{-1} for spectrophotometry. The percent recovery of chromium by AAS was ranged between 79 – 104 for $5 - 15 \text{ mg L}^{-1}$, while percent recovery of hexavalent chromium by spectrophotometry was ranged between 77 – 107 for $0.5 - 1.5 \text{ mg L}^{-1}$. In conclusion, the amount of total chromium and hexavalent chromium in Mae Klong River are safe for the local community as they are below the maximum concentration limit (MCL) of Thai Pollution Control Department, which is 0.3 mg L^{-1} for chromium and 0.25 mg L^{-1} for hexavalent chromium.

Keywords: Atomic absorption spectrophotometry, Chromium, Hexavalent chromium, Surface water

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรมขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการนำทรัพยากรต่างๆ มาใช้เป็นจำนวนมาก และก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลภาวะทางน้ำซึ่งนับวันปัญหาน้ำเน่าเสียจะทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะเห็นได้จากปัญหาน้ำเสียในแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งเกษตรกรรม หรือเขตนิคมอุตสาหกรรม โดยในน้ำเสียพบว่าโลหะหนักจัดเป็นปัญหาสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์รวมถึงสุขภาพของสัตว์ โลหะหนักเป็นสารที่คงตัวเมื่อเปรียบเทียบกับสารอินทรีย์ ซึ่งไม่สามารถสลายตัวได้เองในกระบวนการทางธรรมชาติ โลหะหนักที่ถูกปล่อยออกมาส่วนใหญ่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ขาดระบบการกำจัดโลหะหนัก หรือมีประสิทธิภาพของระบบกำจัดโลหะหนักที่ไม่ดีพอ ตัวอย่างของโลหะหนักที่เจือปนอยู่ในน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ โครเมียม ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม ทองแดง เป็นต้น โดยการกำจัดโลหะหนักจะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

โครเมียมเป็นหนึ่งในโลหะหนักที่มีความเป็นพิษสูงต่อมนุษย์และสัตว์ ซึ่งโครเมียมมีลักษณะเป็นโลหะสีชาวจีนเป็นมันวาว มีความแข็งแรง และต้านทานการผุกร่อนได้ดี จากคุณสมบัตินี้โครเมียมจึงถูกนำไปใช้ในการชุบโลหะอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องประดับ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน นอกจากนี้โครเมียมยังเป็นองค์ประกอบการผลิตเม็ดสีของอุตสาหกรรมสีทาและอุตสาหกรรมพอลิเมอร์ ในขณะที่อุตสาหกรรมแก้วใช้โครเมียมผสมลงไปเพื่อทำให้แก้วมีสีส้มและเกิดความเงางาม โรงงานอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานคร มีการปล่อยโลหะหนักโครเมียมลงสู่แหล่งน้ำอยู่ในช่วง 0.05 ถึง 448 mg L^{-1} (ภฤกษ์ และ นุชจรียา, 2544) ซึ่งที่ความเข้มข้นระดับนี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำรวมถึงมนุษย์และสัตว์ โครเมียมที่ถูกปล่อยปนเปื้อนไปกับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่มีเลขออกซิเดชันเป็นโครเมียม (III) และโครเมียม (VI) ซึ่งระดับความเป็นอันตรายของโครเมียม (VI) มีมากกว่าโครเมียม (III) พิษของโครเมียม (VI) จะเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ ระบบประสาท ตับ ไต การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม นอกจากนี้ยังเป็นสารก่อมะเร็งต่อมนุษย์ที่ปอดและโพรงจมูก (วีณา และมณฑล, 2543) ดังนั้นกระทรวงอุตสาหกรรมของประเทศไทย โดยกรมควบคุมมลพิษจึงได้กำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมให้ปล่อยน้ำทิ้งที่ปนเปื้อนโครเมียม (VI) ต้องมีปริมาณไม่มากกว่า 0.25 mg L^{-1} และ 0.30 mg L^{-1} สำหรับโครเมียมโดยใช้เทคนิคอะตอมมิคแอบซอร์ปชันสเปกโตรโฟโตเมทรีในการตรวจวิเคราะห์ นอกจากนี้ข้อมูลองค์การอนามัยโลก (WHO, 1996) ได้ชี้ว่าน้ำดื่มไม่ควรมีสารดังกล่าวเกิน 0.05 mg L^{-1} อีกทั้งสารประกอบโครเมียมก่อให้เกิดมะเร็งในร่างกายแล้วยังก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพอื่นๆ อีกมากมาย เช่น การสูดดมบางส่วนของความเข้มข้นที่สูงอาจทำให้เกิดอาการน้ำมูกไหล จาม คัน มีเลือดออกที่จมูกและเป็นแผลที่เยื่อโพรงจมูก นอกจากนี้การกลืนกินของปริมาณมากของโครเมียมอาจทำให้เกิดความเสียหายไตและตับ คลื่นไส้ การระคายเคืองระบบทางเดินอาหาร ชัก และแม้กระทั่งการเสียชีวิต (วีณา และมณฑล, 2543)

โครเมียมที่ถูกปล่อยมากับน้ำทิ้งจากอุตสาหกรรมมีวิธีการบำบัดได้หลากหลายกระบวนการ ได้แก่ กระบวนการตกตะกอนโดยใช้สารเคมี คือใช้ปูนขาวหรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ (Almeida and Boaventura, 1997) อย่างไรก็ตามกระบวนการนี้ไม่สามารถลดความเข้มข้นของโครเมียมให้ต่ำกว่ามาตรฐานของกฎหมายสิ่งแวดล้อมได้ (Almeida and Boaventura, 1997) ดังนั้นเมื่อโครเมียมที่เหลือจากการบำบัดถูกปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะแหล่งน้ำที่ใช้สำหรับอุปโภคและบริโภคจึงก่อให้เกิดความเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์น้ำได้ ในประเทศไทยมีแม่น้ำที่สำคัญหลาย



สายและหนึ่งในแม่น้ำที่มีความสำคัญในเขตภาคกลางคือแม่น้ำแม่กลองนับได้ว่าเป็นแม่น้ำสายหลักของประชาชนในหลาย ๆ จังหวัด เช่น จังหวัดสมุทรสงคราม จังหวัดราชบุรี และจังหวัดกาญจนบุรี โดยเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของในด้านการทำเกษตรกรรม การประมง การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำอีกด้วย ซึ่งผู้คนเหล่านั้นนับว่ามีโอกาสเสี่ยงสูงกับการได้รับโครเมียมเข้าไปในร่างกายโดยไม่จำเป็น เนื่องจากการระบายน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมออกมาสู่สิ่งแวดล้อมโดยปราศจากการบำบัดที่เพียงพอ

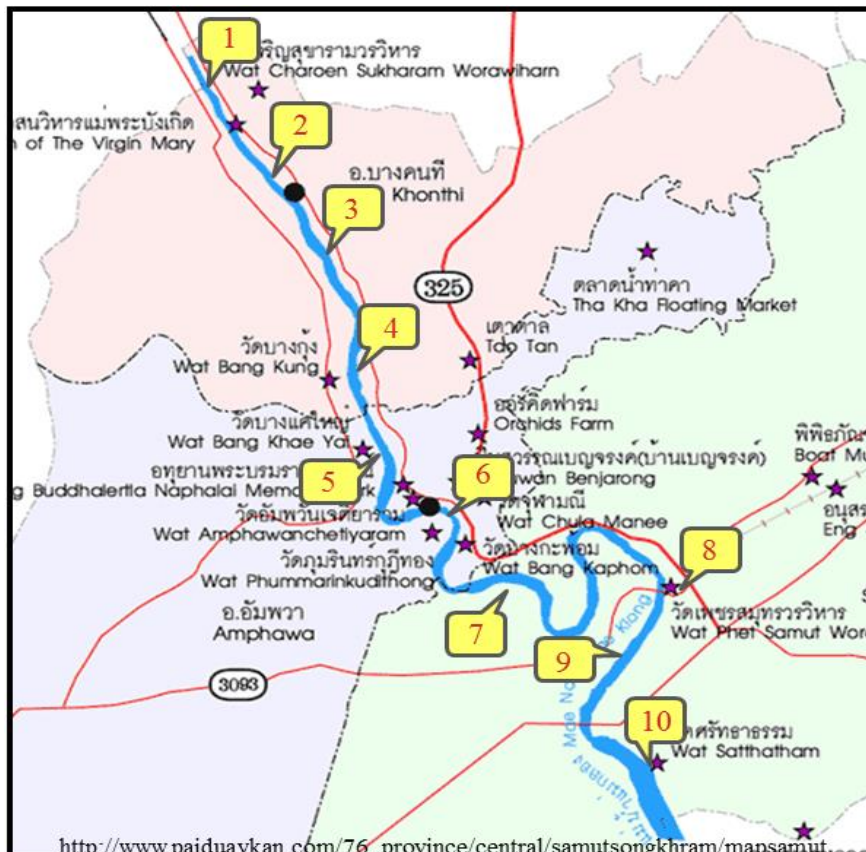
ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงต้องการสำรวจและตรวจวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในแม่น้ำแม่กลองในบริเวณต่าง ๆ ทั้งบริเวณที่สงสัยว่ามีการปนเปื้อนของโครเมียมและบริเวณห่างไกลออกไป แล้วนำค่าที่ได้จากมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษว่าอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ เพื่อจะได้ทราบแน่ชัดว่าน้ำในบริเวณนั้น ๆ มีความเหมาะสมแก่การที่ประชาชนจะอุปโภคและบริโภคต่อไปได้หรือไม่

วัตถุประสงค์และวิธีการ

1. วิธีการสุ่มตัวอย่าง

1.1 แบ่งพื้นที่เก็บตัวอย่างออกเป็น 10 จุด เก็บตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม โดยเริ่มจากบริเวณรอยต่อระหว่างจังหวัดสมุทรสงครามและจังหวัดราชบุรี ไปจนถึงปากอ่าวไทย ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยพื้นที่การเก็บตัวอย่างน้ำจะทำการเก็บตลอดลำน้ำแม่กลองในเขตจังหวัดสมุทรสงครามโดยจะเป็นบริเวณชุมชนและบริเวณที่มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อทำการประเมินความเสี่ยงของการปล่อยน้ำทิ้งที่อาจมีโครเมียมปนเปื้อน

1.2 แต่ละจุดจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Integrated samples คือ การเก็บตัวอย่างน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่าง) หนึ่ง ๆ ตามความกว้างหรือความลึกของแหล่งน้ำ ในเวลาเดียวกันหรือเวลาใกล้เคียงกันมากที่สุด แล้วนำมาวิเคราะห์ และคิดเป็นค่าเฉลี่ย("การเก็บ.มปป, ")



รูปที่ 1 แผนที่แสดงจุดเก็บน้ำตัวอย่าง



2. วิธีเก็บตัวอย่าง

2.1 ทำความสะอาดภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ ขวดน้ำดื่มขนาด 1.5 L โดยล้างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาด แล้วแช่ (ด้วยสารละลาย 2% HNO_3 (ใส่ให้เต็มขวดพร้อมปิดฝาขวด (เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.2 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ความลึกใต้ผิวน้ำประมาณ 10-30 เซนติเมตร โดยครั้งแรกบรรจุน้ำประมาณ 50% ของขวดแล้วทำการเขย่าภาชนะขึ้นลง- แล้วเทน้ำออก เป็นการก่ลัวจากนั้น (ค่อยเก็บตัวอย่างจริง โดยบรรจุน้ำตัวอย่างประมาณ 80% ของภาชนะ

2.3 ใส่ Conc. HNO_3 ลงไปในขวดที่เก็บตัวอย่างน้ำ 3 ml ต่อ น้ำ 1 L แล้วเขียน วัน เดือน ปี เวลาสถานที่ที่เก็บตัวอย่าง ตีฉลากไว้กับภาชนะให้เรียบร้อย

2.4 นำภาชนะที่บรรจุตัวอย่างน้ำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4-10 °C ในภาชนะควบคุมอุณหภูมิซึ่งภายในมีน้ำแข็งให้ความเย็น

2.5 นำกลับมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ ภายใน) 24 ชั่วโมง(

3. วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมตัวอย่าง

3.1.1 นำตัวอย่างน้ำออกจากตู้เย็นและตั้งทิ้งไว้ให้อุณหภูมิห้อง

3.1.2 จากนั้นเปิดตัวอย่างน้ำตัวอย่าง 100 ml ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 ml และใส่ glass bead ลงไป

3.1.3 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 ml และปิดด้วยกระดาษฟิวส์ จากนั้นนำไปตั้งบน hot plate ซึ่งตั้งอยู่ในตู้ดูดควัน แล้วให้ความร้อนที่เหมาะสมโดยให้เดือดเบาๆ ค่อยๆ ระเหย จนกระทั่งการย่อยสมบูรณ์ สังเกตจากสารละลายที่เริ่มใสขึ้น จนปริมาตรเหลือประมาณ 10-20 ml แล้วกลั่นและตั้งทิ้งไว้จนถึงอุณหภูมิห้อง

3.1.4 Rinse ช้างๆ บีกเกอร์ และกระดาษฟิวส์ด้วยน้ำปราศจากไอออน 1 ครั้ง แล้วนำมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 หรือเทียบเท่าใส่ในขวดวัดปริมาตร (Volumetric flask) 100 มิลลิลิตร เมื่อสารละลายกรองหมดแล้ว Rinse กระดาษกรองด้วยน้ำปราศจากไอออนอีกครั้ง แล้วปรับปริมาตร ขวดปริมาตร (Volumetric flask) ให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออนแล้วถ่ายใส่ขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน นำไปเก็บในตู้เย็นเพื่อทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS ต่อไป

3.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry) AAS โดยอ้างอิงจากวิธีมาตรฐานของ (AOAC (2005)

3.2.1 ตั้งค่าเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer) AAS ความยาว) เพื่อการวิเคราะห์โครเมียม (คลื่น 357.9 nm, ใช้ Flame ชนิด air- C_2H_2

2. เตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียม 5 ความเข้มข้น คือ 1, 2, 3, 4 และ 5 mg L^{-1} จาก stock solution จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS

3. จากนั้นนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS ประมาณครั้งละ 6-12 ตัวอย่าง

4. ทำการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานทั้ง 5 ความเข้มข้น ด้วย AAS อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของเครื่อง

5. นำผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างมาเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของโครเมียมที่พบในตัวอย่างในหน่วย mg L^{-1}

3.3 การวิเคราะห์โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ด้วยวิธี spectrophotometry โดยอ้างอิงจากวิธีมาตรฐานของ APHA) 1985(

1. ตั้งค่าเครื่อง Double beam spectrophotometer เพื่อการวิเคราะห์โครเมียม โดยใช้ความยาวคลื่นที่ 540 nm



2. เตรียมสารละลายมาตรฐาน 5 ความเข้มข้น คือ 0.15, 0.31, 0.62, 1.25 และ 2.50 mg L⁻¹ จาก stock solution จากนั้นเติม Diphenylcarbazide 2 ml และปรับ pH ด้วยสารละลาย 2% sulfuric acid ให้ได้ pH = 2 แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย Double beam spectrophotometer

3. นำผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างมาเทียบกับกราฟมาตรฐานเพื่อหาความเข้มข้นของโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ที่พบในตัวอย่างในหน่วย mg L⁻¹

ผลการศึกษา

1. การตรวจสอบความถูกต้องของวิธี (Accuracy)

ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีโดยการหาค่าร้อยละการกลับคืน)% Recovery(โดยแต่ละวิธีจะทำการเติมสารตัวอย่างด้วยสารละลายมาตรฐานโครเมียม 3 ความเข้มข้น และทำความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ ซึ่งวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) จะใช้สารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 5 10 และ 15 mg L⁻¹ ส่วนวิธี spectrophotometry จะใช้สารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้น 0.5 1.0 และ 1.5 mg L⁻¹ โดยผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 การหาค่าร้อยละการกลับคืน)% Recovery(ของวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) (n=3)

| ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงในตัวอย่าง (mg L ⁻¹) | ความเข้มข้นที่ตรวจวิเคราะห์ได้)mg L ⁻¹ (| ค่าร้อยละการกลับคืน)% Recovery(|
|--|--|----------------------------------|
| 5 | 3.94 ± 0.09 | 77.2% |
| 10 | 9.29 ± 0.10 | 90.6% |
| 15 | 16.25 ± 0.15 | 107.0% |

ตารางที่ 2 การหาค่าร้อยละการกลับคืน)% Recovery(ของวิธี spectrophotometry (n=3)

| ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงในตัวอย่าง (mg L ⁻¹) | ความเข้มข้นที่ตรวจวิเคราะห์ได้) mg L ⁻¹ (| ค่าร้อยละการกลับคืน)% Recovery(|
|--|---|----------------------------------|
| 0.5 | 0.48 ± 0.14 | 104% |
| 1.0 | 0.70 ± 0.06 | 84% |
| 1.5 | 0.93 ± 0.04 | 79% |

2. ผลการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS)

จากการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นในช่วง 1–5 mg L⁻¹ ให้ค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ที่ R² = 0.9976 และค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด (LOD) ที่ 0.11 mg L⁻¹ และค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการหาปริมาณ (LOQ) ที่ 0.37 mg L⁻¹ และจากการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) ในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 10 ตัวอย่าง ผลปรากฏว่าตัวอย่างน้ำพบปริมาณโครเมียมในระดับที่ต่ำกว่าค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด



3. การวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ด้วยวิธี spectrophotometry

จากการวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นในช่วง 0.15–2.50 mg L⁻¹ ให้ค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นอยู่ในช่วงที่เหมาะสม ที่ R² = 0.9992 และค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด (LOD) ที่ (0.04 mg L⁻¹ และค่าขีดจำกัดต่ำสุดของการหาปริมาณ (LOQ) ที่ (0.10 mg L⁻¹ และจากการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ด้วยวิธี spectrophotometry ในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงครามจำนวน 10 ตัวอย่างผลปรากฏว่าตัวอย่างน้ำพบปริมาณโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ในระดับที่ต่ำกว่าค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด

อภิปรายผลการศึกษา

จากการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมด้วยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) ในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยเลือกการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณชุมชนและบริเวณที่มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อประเมินปริมาณโครเมียมทั้งสองชนิด พบว่าตัวอย่างน้ำมีปริมาณโครเมียมอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าขีดจำกัดการตรวจวัดที่ 0.11 mg L⁻¹ ด้วยเทคนิค AAS และการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมชนิด เฮกซะวาเลนซ์ด้วยวิธี spectrophotometry พบว่ามีปริมาณอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่าขีดจำกัดการตรวจวัดที่ 0.04 mg L⁻¹ ซึ่งปริมาณที่ตรวจพบอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำจากกรมควบคุมมลพิษที่ระดับ 0.30 mgL⁻¹ สำหรับโครเมียม และ 0.25 mgL⁻¹ สำหรับโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปริมาณโครเมียมทั้งสองชนิดในแหล่งน้ำแม่กลองอยู่ในระดับที่ปลอดภัย และจากการศึกษายังพบว่าวิธีตรวจวิเคราะห์ทั้งสองวิธีที่ใช้มีความเหมาะสมเนื่องจากเป็นวิธีมาตรฐาน และสามารถดำเนินการตรวจวิเคราะห์ได้ในห้องปฏิบัติการและเมื่อทำการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีโดยการหาค่าร้อยละการกลับคืนพบว่าทั้งสองวิธีให้ค่าที่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยวิธี Atomic absorption spectrophotometry (AAS) อยู่ในช่วงร้อยละ 79–104 ความเข้มข้น) 5 – 15 mg L⁻¹ และวิธี (spectrophotometry อยู่ในช่วงร้อยละ 77–107 ความ)เข้มข้น 0.5 – 1.5 mg L⁻¹ (จากผลการศึกษาพบว่าปริมาณโลหะหนักโครเมียมและโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ในน้ำมีปริมาณที่ต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวัดของทั้งสองวิธี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกรมควบคุมมลพิษในปี พบว่า 2559 ปริมาณโลหะหนักในน้ำจากตัวอย่างน้ำแม่กลองในเขตจังหวัดสมุทรสงครามต่ำกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้งที่กรมควบคุมมลพิษได้กำหนดไว้ สาเหตุที่ปริมาณโลหะหนักในน้ำมีปริมาณน้อยเนื่องมาจากโลหะหนักในน้ำโดยทั่วไปมักถูกดูดซับอยู่กับตะกอนแขวนลอยซึ่งจะตกตะกอนลงไปที่ก้นแม่น้ำ นอกจากนี้ สนิท)2542 ได้รายงานว่ามีบริเวณปากแม่น้ำที่ออกสู่ทะเล (ควรจะพบปริมาณโลหะหนักที่สูงกว่าบริเวณต้นน้ำโดยอธิบายว่าโลหะหนักสามารถละลายในน้ำได้ดีในน้ำเค็มมากกว่าในน้ำจืดเนื่องจากในน้ำเค็มมีไอออนที่แขวนลอยในน้ำปริมาณที่มากกว่า ซึ่งแม่น้ำแม่กลองได้รับอิทธิพลความเค็มจากน้ำทะเลส่งผลให้เมื่อยังเข้าใกล้ปากแม่น้ำโลหะหนักจะยิ่งละลายออกมาจากตะกอนดินมาอยู่ในน้ำ แต่จากผลการตรวจวิเคราะห์ที่บริเวณจุดที่ ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลพบว่าปริมาณโลหะหนักโครเมียมและโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ในน้ำมีปริมาณที่ต่ำกว่าขีดจำกัดการตรวจวัดของทั้งสองวิธี

สรุปผลการศึกษา

การใช้เทคนิค Atomic absorption spectrophotometry (AAS) โดยอ้างอิงวิธีการตรวจวิเคราะห์จาก AOAC. (2005) ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในตัวอย่างน้ำและเทคนิค spectrophotometry ในการวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์นั้นเป็นวิธีที่มีความถูกต้องและดำเนินการได้ง่ายในห้องปฏิบัติการ โดยที่เทคนิคของ spectrophotometry นั้นเป็นการใช้ปฏิกิริยาการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์กับ diphenyl carbazide ซึ่งเป็นวิธีมาตรฐานและได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ชนิดของโครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนซ์ในน้ำได้ (APHA, 1985; Luck, 1985; Marchart and Versiek, 1993) แต่วิธีนี้มีข้อเสียเนื่องจากสามารถถูกรบกวนการวิเคราะห์ได้จาก Fe(III) Mo(VI) Cu(II) และ Hg(II) และสารประกอบเชิงซ้อนนี้สามารถมีความคงตัวเพียง นาทีเท่านั้น 30

จากผลการสำรวจตัวอย่างน้ำในลำน้ำแม่กลอง จสมุทรสงครามโดยเก็บจากบริเวณชุมชนและบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่พบว่าปริมาณโลหะหนักโครเมียมทั้งสองชนิดในแม่น้ำแม่กลอง จสมุทรสงครามอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ประชาชนสามารถนำมาอุปโภคและบริโภคได้ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกรมควบคุมมลพิษที่ได้รายงานการ



ตรวจวิเคราะห์โลหะหนักในพื้นที่จังหวัดสมุทรสงครามจำนวน ๕ จุด ซึ่งโลหะหนักที่กรมควบคุมมลพิษได้ทำการตรวจวิเคราะห์ได้แก่แคดเมียม โครเมียม ทองแดง นิกเกิล ตะกั่ว แมงกานีส สังกะสี พรอท และสารหนูพบว่าอยู่ในระดับตรวจไม่พบซึ่งได้รายงานไว้เมื่อเดือนตุลาคม ปี 2559(กรมควบคุมมลพิษ 2559) ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในน้ำที่พบว่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานหรือตรวจไม่พบเลยนั้นเนื่องมาจากว่าโลหะหนักจะมีการตกลงไปสะสมในดินตะกอนซึ่งกรมควบคุมมลพิษ 2559 กรมควบคุมมลพิษ) ได้รายงานไว้สำหรับผลการตรวจวัดค่าโลหะหนักในตะกอนดินพบว่ามีความโลหะหนักบางตัวสูงเกินร่างมาตรฐานตะกอนดินประกอบด้วย แคดเมียม โครเมียม สารหนู และทองแดง ในบางจุดตรวจวัด แต่อย่างไรก็ตามเป็นค่าที่จะไม่ส่งผลกระทบต่อความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำที่ทำให้ตายอย่างเฉียบพลันได้

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณคณิศร์วี เตชะเอื้อย นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการเคมี คณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับความช่วยเหลือ และคำแนะนำต่าง ๆ ในการใช้เครื่อง AAS จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จลงได้ ขอขอบพระคุณคณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับความอนุเคราะห์อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้ในงานวิจัย และขอขอบพระคุณคณะเทคนิคการสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สำหรับการสนับสนุนด้านงบประมาณ และความอนุเคราะห์สถานที่ รวมถึงเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณ์ เทียรรมประสิทธิ์ และ นุชจรียา อรัญศรี. (2544). การศึกษาการกำจัดโครเมียมและสังกะสีในน้ำเสียโดยใช้เบนโทไนท์ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 9 (2): 102-107.
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553). มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม. (แหล่งที่มา: http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water04.html#s1, 22 มิถุนายน 2557).
- กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2559). ข่าวสารสิ่งแวดล้อม เรื่อง คพ. ตรวจพิสูจน์ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เป็นสาเหตุปลากระเบนราหูตายที่สมุทรสงคราม (แหล่งที่มา: <http://www.pcd.go.th/public/News/GetNews.cfm?task=lt2009&id=17520>, 9 กรกฎาคม 2560).
- การเก็บตัวอย่างน้ำ. มปป. (แหล่งที่มา: <http://www.aquatoyou.com/index.php/2013-05-16-04-06-08/843-2013-05-16-06-59-47>, 22 มิถุนายน 2557).
- สนธิ อักษรแก้ว (2542) การพัฒนาและฟื้นฟูทรัพยากรป่าชายเลนเพื่อสังคมและเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนของประเทศไทย. กรุงเทพฯ : อักษรสยามการพิมพ์
- วีณา ชูโชติ และ มงคล เพ็ญสายใจ.)2543(. การดูดซับโครเมียมโดย *Chlorella* วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง 8 (1): 26-30.
- Almeida, F., Boaventura, M.A., & Rui, A.R. (1997). Waste Manag. 17, 201-209.
- American Public Health Association (APHA) (1985) Standard method for examination of water and wastewater, 16th edn. American Public Health Association, Washington DC.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International (18th edition), Gaithersburg, Maryland: AOAC International. 2006.
- Luke, C. L. 1985. Determination of chromium (VI) using diphenylcarbazide. Anal Chem., 30: 2050
- Marchart, H. and Versiek, J. 1993. Spectrophotometric determination of chromium using gallacetophenone oxime. Talanta, 40: 713
- World Health Organization. (1996). Geneva, Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol.2 Health criteria and other supporting information.