

การพัฒนาวิธีสเปกโทรโฟโตเมทรีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณทองแดงโดยตัวกลางที่มี ส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิว

Development of Spectrophotometric Method for Determination of Copper by Surfactant Medium

เทพรัตน์ ลีลาสัตว์รัตน์กุล^{a, e1} วรณา เอี่ยมมาจ^a

^a สาขาวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

E-Mail: ^{e1} tapparatt.l@mutk.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีทางสเปกโทรโฟโตเมทรีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในตัวอย่างน้ำโดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับ 2-คาร์บอกซี-2'-ไฮดรอกซี-5'-ซัลโฟฟอร์มมาซิลเบนซีนหรือซินคอน ในตัวกลางที่มีส่วนผสมของสารลดแรงตึงผิว การทดลองจะอาศัยการตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างทองแดงกับซินคอนที่ละลายในไตรตรอนเอ็กซ์-100 ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดไม่มีประจุ ทำให้เกิดสารประกอบเชิงซ้อนสีน้ำเงินที่พีเอช 3 โดยการใช้สารลดแรงตึงผิวสามารถเพิ่มความสามารถในการตรวจวัดปริมาณทองแดงด้วยเทคนิคทางสเปกโทรโฟโตเมทรีและยังช่วยลดผลรบกวนการวิเคราะห์จากโลหะชนิดอื่น ๆ ได้ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงซึ่งได้แก่ ความยาวคลื่นสำหรับตรวจวัด ความเข้มข้นของซินคอนและไตรตรอนเอ็กซ์-100 พีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์และ ตัวรบกวนการวิเคราะห์ กราฟมาตรฐานมีช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้นของทองแดง 0.50 – 5.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าถดถอยเชิงเส้น 0.9999 ขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์(3 σ) มีค่าเท่ากับ 0.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร วิธีการนี้ให้ความแม่นยำในการตรวจวัดปริมาณทองแดงความเข้มข้น 0.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในรูปของคาร์ซีฟิทธิพลิตี และคาร์โรดิฟิทธิพลิตีเท่ากับร้อยละ 0.09 และ ร้อยละ 0.3 ตามลำดับ (จำนวนตัวอย่าง=10) ระบบนี้สามารถประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในตัวอย่างน้ำดื่ม น้ำประปา น้ำธรรมชาติ โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการบำบัดใด ๆ

คำสำคัญ: ทองแดง,ซินคอน,ไตรตรอนเอ็กซ์-100,สเปกโทรโฟโตเมทรี

Abstract

The present work describes the development of spectrophotometric method for determination of copper(II) with 2-carboxy-2'-hydroxy-5'-sulfoformazyl benzene (zincon) in surfactant medium. The experiment is performed by using the spectrophotometric

measurement of copper-zincon complex solubilized with a non-ionic surfactant, Triton X-100, yielding a blue colored complex at pH 3.0. It could be enhanced spectrophotometric measurement of copper(II) and also eliminate interference effect from other metals. Operational conditions; wavelength , concentration of zincon and Triton X-100, pH of the solution and interference; are characterized and optimized to allow quantitative determination of copper(II). A calibration curve was linear over the range of 0.50-5.00 $\mu\text{g ml}^{-1}$ of copper(II) with correlation coefficient 0.9999. The limit of detection (3σ) was 0.01 $\mu\text{g ml}^{-1}$ Cu(II). The repeatability and reproducibility were 0.09 % and 0.3 % (n=10) for 0.5 $\mu\text{g ml}^{-1}$ Cu(II), respectively. This system has been successfully applied to the determination of copper(II) in drinking water, tap water and natural water samples without any special pre-treatment.

Keywords: Copper, Zincon, Titron X-100, Spectrophotometry

1. บทนำ

ทองแดง (Copper) เป็นโลหะที่พบได้ตามธรรมชาติ ทั้งในดิน หิน น้ำและอากาศ อาจอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือสารประกอบ เช่น Cu_2O , Cu_2S , CuF , CuSO_4 , CuFeS_2 เป็นต้น ทองแดงเป็นตัวนำความร้อนและนำไฟฟ้าที่ดีรองจากเงิน ปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้ผลิตลวดสายไฟ ท่อน้ำ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารเคมีทางการเกษตร สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์รบกวนต่างๆ สารทำสีย้อม เป็นต้น ส่งผลให้มีการแพร่กระจายของทองแดงสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น ซึ่งเราอาจได้รับทองแดงจากการหายใจ การดื่มน้ำ การบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน ถ้าได้รับทองแดงในปริมาณมากเกินไปอาจทำให้เกิดอาการคลื่นเหียนอาเจียน เกิดการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อ ท้องเสีย การทำงานของหัวใจผิดปกติ กดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย [1] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดให้ทองแดงเป็นหนึ่งในโลหะควบคุมในมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการบริโภค

โดยกำหนดค่ามาตรฐานปริมาณทองแดงไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร [2] ซึ่งวิธีการที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในน้ำมีหลายวิธี เช่น Atomic absorption spectrophotometry (AAS) [3,4], Inductively coupled plasma (ICP) [5,6], Ion chromatography [7] และวิธี Spectrophotometry [8-12] ซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ง่าย สะดวกรวดเร็ว และประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับวิธีการวิเคราะห์อื่น ๆ ในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงโดยวิธีทาง Spectrophotometry นิยมวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างทองแดงกับรีเอเจนต์ต่าง ๆ เช่น Nitroso-R salt [8] , PAR [9], DDTC [10], PAN [11] และ Zincon [12] ถึงแม้ว่ารีเอเจนต์เหล่านี้จะสามารถใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงร่วมกับการตรวจวัดทาง Spectrophotometry แต่รีเอเจนต์บางชนิดมีราคาแพงหรือก่อให้เกิดของเสียที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม บางชนิดมีความเฉพาะเจาะจงต่ำทำให้

เกิดการรบกวนการวิเคราะห์จากโลหะชนิดอื่น ๆ รบกวนบ้างชนิดมีสภาพไวในการวิเคราะห์น้อยทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ ได้ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงได้มีการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ทาง Spectrophotometry สำหรับตรวจวัดปริมาณทองแดง เช่น ศึกษาวิธีเอเจนต์ชนิดใหม่ ๆ ในการทำปฏิกิริยากับทองแดง เติมสารกำจัดตัวรบกวนการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มความเฉพาะเจาะจงให้กับการวิเคราะห์ หรือปรับปรุงวิธีการวิเคราะห์เพื่อเพิ่มสภาพไวของการวิเคราะห์ทำให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ ได้ ซึ่งแนวทางดังกล่าวเป็นหนึ่งในวิธีการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ทาง Spectrophotometry ที่กำลังได้รับความสนใจอย่างมากในปัจจุบัน สารลดแรงดึงผิวเป็นสารกลุ่มที่ได้รับความสนใจและมีรายงานการใช้สารดังกล่าวเพื่อเพิ่มสภาพไวในการวิเคราะห์ทาง Spectrophotometry อาทิเช่น Min and Ling [13] พัฒนารูปแบบการวิเคราะห์ปริมาณยาฆ่าแมลง DDVP ด้วยเทคนิค UV-Vis Spectrophotometry โดยเติม CTMAB (Cyltrimethyl amonium bromide) ซึ่งเป็นสารลดแรงดึงผิวชนิดประจุบวก เพื่อเพิ่มสภาพไวในการวิเคราะห์ผลการทดลองพบว่าขีดจำกัดการวิเคราะห์ลดลงถึงระดับความเข้มข้น 0.008 พีพีเอ็ม Mikuska และคณะ[14] ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณ NO_2 ในอากาศโดยวิธี Spectrophotometry พบว่าเมื่อมีการเติมไตรตรอนเอ็กซ์-100 ซึ่งเป็นสารลดแรงดึงผิวชนิดไม่มีประจุ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่าง NO_2 และรีเอเจนต์ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา ส่งผลให้ขีดจำกัดในการวิเคราะห์ลดลง โดยมีขีดจำกัดในการวิเคราะห์ต่ำถึงระดับ 3.0 พีพีบี งานวิจัยนี้จึงสนใจพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงร่วมกับการตรวจวัดด้วยเทคนิค UV-Vis

Spectrophotometry โดยใช้ซินคอนในดวงกลางที่มีส่วนผสมของสารลดแรงดึงผิวเพื่อเพิ่มสภาพไว (Sensitivity) และความเฉพาะเจาะจง (Selectivity) ในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในน้ำ

2. การทดลอง

2.1 เครื่องมือ

การวัดสเปกตรัมการดูดกลืนคลื่นแสงและค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายต่าง ๆ ใช้เครื่อง UV-Vis spectrophotometer รุ่น U-2010 ของบริษัท Hitachi ประเทศญี่ปุ่น เครื่องตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย รุ่น PHM 61 บริษัท Radiometer Copenhagen ร่วมกับกลาสอิเล็กโทรด และ เครื่องชั่งรุ่น BP1150 บริษัท Scientific Promotion ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.2 สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการทดลองทุกชนิดใช้เกรดสำหรับการวิเคราะห์ (AR Grade) ซินคอนหรือ 2-คาร์บอกซี-2'-ไฮดรอกซี-5'-ซัลโฟฟอร์มาซิล เบนซีนใช้ในรูปเกลือโซเดียมจากบริษัท Sigma-Aldrich สารละลายมาตรฐานทองแดงจากบริษัท Merck สารละลายบัฟเฟอร์ใช้ชนิดฟอสเฟตบัฟเฟอร์ซึ่งเตรียมจากโซเดียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟตและกรดฟอสฟอริก การเตรียมสารละลายต่างๆ ที่ใช้ในการทดลองใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออนในการเตรียม

2.2 การเตรียมสารละลาย

สารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 100 พีพีเอ็ม เตรียมโดยเปิดสารละลายมาตรฐานทองแดงความเข้มข้น 1000 พีพีเอ็ม ปริมาตร 10 มิลลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรและปรับจนครบ 100 มิลลิตรด้วยน้ำกลั่น

สารละลายซินคอนความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม เตรียมโดยชั่ง ซินคอน 0.0500 กรัม ละลายด้วย โซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตรเล็กน้อยจนซินคอนละลายหมด จากนั้นปรับ ปริมาตรด้วยขวดปรับปริมาตรจนครบ 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น เก็บสารละลายที่ได้ในขวดสีชาเพื่อ ป้องกันการสลายตัวจากแสง

สารละลายไตรลอนเอ็กซ์-100 ความเข้มข้น ร้อยละ 10 ปริมาตรโดยปริมาตร เตรียมโดยปิเปต ไตรลอนเอ็กซ์-100 ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในขวด ปรับปริมาตรและปรับจนครบ 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำ กลั่น

สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เตรียมโดยผสม สารละลายโซเดียม-ไดไฮโดรเจนฟอสเฟตความ เข้มข้น 0.1 โมลาร์กับสารละลายกรด ฟอสฟอริก ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ จนได้พีเอชตามต้องการ

2.3 วิธีการทดลอง

ปิเปตสารละลายมาตรฐานทองแดงความ เข้มข้น 100 พีพีเอ็ม ปริมาตร 0.03, 0.06, 0.10 และ 0.013 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร จำนวน 4 ใบตามลำดับ จากนั้นเติม สารละลายซินคอนและไตรลอนเอ็กซ์-100 ลงใน ขวดปรับปริมาตรแต่ละใบ ปรับปริมาตรจนครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ เขย่าสารละลายใน แต่ละขวดให้เข้ากันและนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยเครื่อง UV-Vis Spectrophotometer การศึกษา สภาวะที่เหมาะสมจะนำค่าการดูดกลืนแสงที่ ตรวจวัดได้ไปสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความ เข้มข้นของทองแดงและค่าการดูดกลืนแสงซึ่งจะได้ กราฟเส้นตรง การเลือกสภาวะที่เหมาะสมจะ พิจารณาจากค่าถดถอยเชิงเส้น (R^2) ซึ่งบอกให้ทราบ ถึงค่าความเป็นเส้นตรงของกราฟที่ได้ นอกจากนั้นยัง

พิจารณาจากความชันของกราฟเส้นตรงที่ได้ ซึ่งบอก ให้ทราบถึงสภาพไว (Sensitivity) ของการวิเคราะห์ ปริมาณทองแดง

3. ผลการทดลอง

3.1 ความยาวคลื่น

การวิเคราะห์ปริมาณทองแดงจำเป็นต้อง เลือกใช้ความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับตรวจวัดค่า การดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา ระหว่างทองแดงกับรีเอเจนต์ต่าง ๆ ในระบบ เนื่องจากความยาวคลื่นที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็น ปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อสภาพไวของวิธีการวิเคราะห์ จึง ได้ทำการศึกษาความยาวคลื่นที่เหมาะสมสำหรับการ วิเคราะห์ปริมาณทองแดงในช่วงความยาวคลื่น 590- 660 นาโนเมตร จากผลการทดลองที่ได้พบว่าที่ ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร มีสภาพไวในการ วิเคราะห์และค่าถดถอยเชิงเส้น (R^2) สูงสุด ดังนั้นจึง เลือกใช้ความยาวคลื่นดังกล่าวเป็นความยาวคลื่นที่ เหมาะสมสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

3.2 ความเข้มข้นของซินคอน

ความเข้มข้นของซินคอนมีผลต่อค่าการ ดูดกลืนแสงของผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยา ถ้า ความเข้มข้นของซินคอนน้อยจะทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ ระหว่างทองแดงกับซินคอนน้อยส่งผลให้ค่าการ ดูดกลืนแสงที่วัดได้มีค่าน้อย แต่หากความเข้มข้นของ ซินคอนสูงมากเกินไปก็อาจทำให้สั่นเป็ล้องรีเอเจนต์ และอาจส่งผลรบกวนการวิเคราะห์เนื่องจากสีซินคอน ที่เข้มเกินไป ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาความเข้มข้นของซิน คอน ที่เหมาะสมในช่วงความเข้มข้น 50-120 พีพี เอ็ม ผลการทดลองพบว่าสภาพไวของการวิเคราะห์ จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของซินคอนในช่วงความ

เข้มข้น 50-100 พีพีเอ็ม และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของซินคอนมากกว่า 100 พีพีเอ็ม สภาพไวของการวิเคราะห์และค่าความเป็นเส้นตรงมีค่าลดลง ดังนั้นความเข้มข้นของสารละลายซินคอน 100 พีพีเอ็ม จึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับวิเคราะห์ปริมาณทองแดง

3.3 ชนิดของสารลดแรงตึงผิว

สารลดแรงตึงผิวมีผลต่อการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อนทองแดง-ซินคอนโดยเมื่อมีสารลดแรงตึงผิวอยู่ในระบบ จะทำให้ค่าการดูดกลืนแสงของสารประกอบเชิงซ้อนที่ตรวจวัดได้มีค่าสูงขึ้น ดังนั้นจึงทำการศึกษานิดของสารลดแรงตึงผิวที่มีผลต่อการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงโดยทำการเปลี่ยนชนิดของสารลดแรงตึงผิวเป็นชนิดแคตไอออนิก (ประจุบวก) แอนไอออนิก (ประจุลบ) นอนไอออนิก (ไม่มีประจุ) และแอมโฟเทอริก (มีทั้งประจุบวกและลบ) จากการทดลองพบว่าชนิดของสารลดแรงตึงผิวมีผลต่อสภาพไวและความเป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง โดยสารลดแรงตึงผิวนิดไม่มีประจุ (ไตรตอนเอ็กซ์-100) ให้ค่าสภาพไวและความเป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์สูงสุด ส่วนสารลดแรงตึงผิวนิดประจุลบ (ยูนิฟอล ยูเอ็นเอส) สารลดแรงตึงผิวนิดประจุบวก (ไซโตรเมทิลแอมโมเนียมโบรไมด์) และสารลดแรงตึงผิวนิดแอมโฟเทอริก (โคคาไมโดโพรพิลบีเทน) ให้ค่าสภาพไวในการวิเคราะห์และความเป็นเส้นตรงลดลงตามลำดับ ดังนั้นจึงเลือกใช้ไตรตอนเอ็กซ์-100 ซึ่งเป็นสารลดแรงตึงผิวนิดไม่มีประจุสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง

3.4 ความเข้มข้นของไตรตอนเอ็กซ์-100

ความเข้มข้นของไตรตอนเอ็กซ์-100 มีผลต่อสภาพไวในการวิเคราะห์ จากการทดลองพบว่า

เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไตรตอนเอ็กซ์-100 สภาพไวของการวิเคราะห์จะมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงความเข้มข้นร้อยละ 0.05 – 0.50 ปริมาตรโดยปริมาตร แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของไตรตอนเอ็กซ์-100 มากกว่าร้อยละ 0.5 ปริมาตรโดยปริมาตร พบว่าสภาพไวของการวิเคราะห์มีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย ดังนั้นความเข้มข้นของไตรตอนเอ็กซ์-100 ร้อยละ 0.5 ปริมาตรโดยปริมาตรจึงเป็นความเข้มข้นที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์

3.5 พีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์

การเกิดปฏิกิริยาระหว่างทองแดงกับซินคอนในตัวกลางที่มีส่วนผสมของไตรตอนเอ็กซ์-100 สามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้ดีที่พีเอชแตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำการศึกษาค่าพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์ที่มีต่อสภาพไวของการวิเคราะห์ในช่วงพีเอช 2-9 จากการศึกษาพบว่า พีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์มีผลต่อสภาพไวและค่าความเป็นเส้นตรงในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดง โดยที่พีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์ในช่วง 2-7 สภาพไวมีค่าใกล้เคียงกันและสภาพไวจะลดลงอย่างรวดเร็วที่พีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์มากกว่า 7 จากการศึกษาเลือกพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์เท่ากับ 3 เป็นพีเอชที่เหมาะสมเพราะให้สภาพไวในการวิเคราะห์สูงสุดและพีเอชดังกล่าวสามารถลดผลรบกวนการวิเคราะห์จากโลหะชนิดอื่น ๆ เนื่องจากความเสถียรของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างซินคอนกับโลหะชนิดอื่น ๆ จะมีความเสถียรน้อยเมื่อเทียบกับทองแดง

3.6 ตัวรบกวนการวิเคราะห์

การศึกษาคือผลของตัวรบกวนที่มีผลต่อการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงทำได้โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของทองแดงเมื่อเติมตัวรบกวนลงไปในส่วนความเข้มข้นต่าง ๆ จากผลการ

ทดลองพบว่าไอออนของสังกะสี นิเกิล แคดเมียม ตะกั่วและปรอท ที่อัตราส่วนความเข้มข้นของ ทองแดงต่อตัวรับกวน 1:100 ไม่ส่งผลกระทบการ วิเคราะห์ โดยขนาดสัญญาณที่ได้จากการตรวจวัด ทองแดงเมื่อมีตัวรับกวนอยู่ด้วยให้ร้อยละการ เปลี่ยนแปลงของสัญญาณไม่เกินร้อยละ 5 ส่วน ไอออนของเหล็กให้ผลกระทบการวิเคราะห์ที่ อัตราส่วนความเข้มข้นของทองแดงต่อเหล็ก 1:18 เท่า

3.7 คุณลักษณะทางเคมีวิเคราะห์

ช่วงความเป็นเส้นตรงของวิธีการดังกล่าวในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงศึกษาโดยวัดค่าการ ดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายมาตรฐานทองแดง ในช่วงความเข้มข้นของทองแดง 0.5-12.0 พีพีเอ็ม จากการศึกษาพบว่า ช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วง ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานทองแดง 0.5 - 5.0 พีพีเอ็ม โดยกราฟมาตรฐานมีสมการเส้นตรง $A = 0.3779 C + 0.033$ เมื่อ A คือค่าการดูดกลืนคลื่นแสง ที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตรและ C คือความ เข้มข้นของสารละลายมาตรฐานทองแดงในหน่วยพีพี เอ็ม กราฟมาตรฐานดังกล่าวมีความเป็นเส้นตรงสูง โดยมีค่าถดถอยเชิงเส้น (R^2) 0.9999 ชัดจำกัดการ วิเคราะห์ (3σ) มีค่าเท่ากับ 0.01 พีพีเอ็ม ความ แม่นยำของการตรวจวัดปริมาณทองแดงความเข้มข้น 0.5 พีพีเอ็ม ในรูปของค่ารีพีททาบิลิตีและค่า รีโพรดิวซิบิลิตีมีค่าร้อยละ 0.09 และร้อยละ 0.3 ตามลำดับ ($n=10$)

3.8 การวิเคราะห์ปริมาณทองแดงใน ตัวอย่าง

ได้ทดสอบประสิทธิภาพของวิธีการที่ พัฒนาขึ้นในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในตัวอย่าง จริง โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในตัวอย่าง

น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำธรรมชาติ และ น้ำสังเคราะห์ ผลการทดลองที่ได้แสดงดังตารางที่ 1 จากผลการ ทดลองที่ได้พบว่าระบบดังกล่าวมีความถูกต้องในการ วิเคราะห์ปริมาณทองแดงอยู่ในเกณฑ์ที่ดี โดยมีค่า ร้อยละการกลับคืนอยู่ในช่วงร้อยละ 95 – 99 ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงใน ตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่าง	ความเข้มข้นทองแดง (พีพีเอ็ม)		ร้อยละ การ กลับคืน
	ความ เข้มข้นเดิม	ความ เข้มข้นพบ	
น้ำดื่ม	0	ไม่พบ	-
	0.090	0.088	99
	0.120	0.118	98
น้ำประปา	0	ไม่พบ	-
	0.040	0.038	95
	0.120	0.117	98
น้ำธรรมชาติ	0	ไม่พบ	-
	0.040	0.039	98
	0.090	0.086	96
น้ำ สังเคราะห์	0	0.030	-
	0.090	0.116	97
	0.120	0.145	97

4. สรุป

งานวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ ปริมาณทองแดง โดยอาศัยการเกิดปฏิกิริยาระหว่าง ทองแดงกับซินคอนในตัวกลางที่มีส่วนผสมของ ไตรรอนเอ็กซ์-100 ร่วมกับการตรวจวัดโดยเทคนิคยู วี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี จากการทดลองพบว่า ไตรรอนเอ็กซ์-100 สามารถเพิ่มสัญญาณการตรวจวัด ปริมาณทองแดง โดยมีสภาวะที่เหมาะสมสำหรับ ตรวจวัดปริมาณทองแดงดังนี้ ความยาวคลื่นสำหรับ

ตรวจวัด 620 นาโนเมตร ความเข้มข้นของสารละลายซินคอน100 พีพีเอ็ม ความเข้มข้นของไทรeronเอ็กซ์-100 ร้อยละ 0.5 ปริมาตรโดยปริมาตรค่าพีเอชของสารละลายบัฟเฟอร์ 3 ช่วงความเป็นเส้นตรงของกราฟมาตรฐานอยู่ในช่วงความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานทองแดง 0.5-5.0 พีพีเอ็มขีดจำกัดของการวิเคราะห์ 0.01 พีพีเอ็ม ระบบดังกล่าวสามารถใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในตัวอย่างน้ำได้อย่างถูกต้องโดยมีค่าร้อยละการกลับคืนร้อยละ 95-99

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] Vom Himmel Kommt., Zum Himmel Steigt., Und wieder nieder., Zur Erde' muss and Ewig wechselnd. Health risks of water and sanitation. National Institute for Public Health and Environmental (RIVM). The Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment, The Netherlands. Page 62-64.
- [2]http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water01.html
- [3] M.A. Taher, S.Z.M. Mobarakeh, A.R. Mohadesi, Turk. *J. Chem.* **29** (2005)
- [4] R. Milacic, M. Benedik, *J. Pharm. Biomed. Anal.* **18** (1999) 1029.
- [5] R.Koplik, O. Mestek, H. Fingerora, M. Suchanek, *J. Anal. Atom. Spectrom.* **14** (1999) 241.
- [6] M. Murillo, Z. Benzo, E. Marcano, C. Gomez, A. Garaboto, C. Marin, *J. Anal. Atom. Spectrom.* **14** (1999) 815.
- [7] M. Groschner, P. Appriou, *Anal. Chim. Acta.*, **297** (1994) 369.
- [8] B. Purachat, S. Liawruangrath, P. Sookamiti, S. Rattanaphani, D. Buddhasukh, *Anal. Sci.* **17** (2001) 443.
- [9] A.N. Ara'ujo, R.C.C. Costa, J. Alonso-Chamarro, *Talanta*, **50** (1999) 337.
- [10] T. Blanco, N. Maniasso, M.F. Gin'e, A.O. Jacintho, *Analyst*, **123** (1998) 191.
- [11] M. Thakur, M.K. Deb, *Talanta*, **49** (1999) 561.
- [12] P. Richter, M.I. Toral, A.E. Tapia, E. Fuenzalida, *Analyst*, **122** (1997) 1045.
- [13] L. Ren Min and Sai Ling. *Anal.Chim.Acta.*, **40** (1993) 511-515.
- [14] P. Mikuska, Zbynek Vecera. *Anal. Chim. Acta*, **15** (1994) 111-114