KKU Res J. 2011; 16(7): 874-882
http://resjournal.kku.ac.th

การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตู้น้ำดื่มที่ให้บริการในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

Lead Level Determination of Drinking Water Dispenser Cabinet in Khon Kaen University

วิรัช เรืองศรีตระกูล และธัญญาภรณ์ สุวรรณไพบูรณ์*

Wirat Ruengsitagoon and Tanyaporn Suvanpaiboon*

สาขาเภสัชศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
**Correspondent author: wirat_ru@kku.ac.th*

Received May 14, 2010
Accepted August 11, 2011

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่มที่เก็บจากตู้บริการน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปคโทรโฟโตเมตรีวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่ม 40 ตัวอย่าง จากโรงอาหารส่วนกลาง 5 ตัวอย่าง บริเวณคณะวิชาที่ให้บริการการศึกษาต่างๆ 15 ตัวอย่าง โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) 10 ตัวอย่าง และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง) 10 ตัวอย่าง ปริมาณตะกั่วในน้ำดื่มเฉลี่ยจากโรงอาหารส่วนกลาง คณะวิชาที่ให้บริการการศึกษาต่างๆ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง) มีค่าเท่ากับ 0.005±0.0007, 0.006±0.0038, 0.004±0.0011 และ 0.001±0.0013 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดมีปริมาณตะกั่วที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 61 พ.ศ.2524 และฉบับที่ 135 พ.ศ. 2534) ที่กำหนดไว้ว่าน้ำดื่มต้องมีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร

Abstract

This study aimed to investigate lead levels from drinking water dispenser cabinet in Khon Kaen University, which were analyzed by using atomic absorption spectrophotometry at wavelength 283.3 nm. Forty drinking water samples were collected from the university at food centers (5 samples), academic faculties (15 samples), Demonstration School of Khon Kaen University (10 samples) and Modindaeng Demonstration School of Khon Kaen University (10 samples). The means of lead levels of drinking water samples from university at food centers, academic faculties, Demonstration Schools of Khon Kaen University and Modindaeng Demonstration Schools of Khon Kaen University were 0.005±0.0007, 0.006±0.0038, 0.004±0.0011 and 0.001±0.0013 mgL^{-1}, respectively, which their lead levels met the standards of the Ministry of Public Health (announcement of MOPH 61/2524 and 135/2534), requiring drinking water to contain contaminated lead not exceed 0.05 mgL^{-1}.

คำสำคัญ: น้ำดื่ม ปริมาณตะกั่ว ตู้น้ำดื่ม
Keywords: drinking water, lead level, drinking water dispenser cabinet

1. บทนำ

ตะกั่วเป็นโลหะชนิดหนึ่งที่มีทั้งประโยชน์และโทษ ในปัจจุบันมักจะนำตะกั่วไปใช้ในการผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคหลากหลายชนิดในชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยเฉพาะตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead) ได้แก่ ตะกั่วออกไซด์ (PbO) ใช้ในการทำแบตเตอรี่ เป็นส่วนผสมกับโลหะอื่นๆ ทำตัวพิมพ์ เชื่อมบัดกรี ใช้ในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้า หม้อน้ำรถยนต์ ส่วนประกอบของคอมพิวเตอร์และแผงวงจรไฟฟ้า เป็นต้น ส่วนตะกั่วอินทรีย์ (organic lead) ได้แก่ เตตร้าเอธิลเลด (tetraethyllead, TEL) หรือเตตร้าเมธิลเลด (tetramethyllead, TML) ซึ่งจะระเหยและละลายในไขมันได้ดีมาก ใช้เป็นส่วนผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อเป็นสารกันน็อค แต่ในปัจจุบันได้ถูกยกเลิกไปแล้ว (1)

จากกลไกของสารตะกั่ว พบว่าเมื่อได้รับสารตะกั่วเป็นเวลานาน ตะกั่วจะสะสมในร่างกายและแสดงความเป็นพิษออกมาโดยเมื่อตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจะถูกลำเลียงไปยังอวัยวะต่างๆ ผ่านระบบไหล เวียนโลหิต และสามารถดูดซึมจากกระแสเลือดเข้าสู่เนื้อสมองได้โดยตรง บางส่วนถูกกำจัดออกมากับปัสสาวะ ที่เหลืออีกกว่าร้อยละ 90 จะรวมกับเม็ดเลือดแดง ส่วนที่เหลือจะอยู่ในน้ำเลือด ซึ่งค่าครึ่งชีวิตของตะกั่วในเลือดจะอยู่ที่ประมาณ 2-4 สัปดาห์ หลังจากนั้นจะถูกส่งไปยังกระดูก เส้นผม เล็บ ฟัน ระบบประสาท ไตและตับ พบว่าครึ่งชีวิตของตะกั่วในกระดูกจะอยู่ที่ประมาณ 12 ปี สำหรับตะกั่วที่วนเวียนอยู่ในเลือดก็จะไปยับยั้งการสร้างเม็ดเลือดแดง ทำให้เม็ดเลือดแดงน้อย แตกง่าย เกิดภาวะโลหิตจาง ทำให้ร่างกายขาดเลือด เกิดอาการอ่อนเพลีย สมองและระบบประสาทถูกทำลาย กล้ามเนื้ออ่อนแรง ความจำเสื่อม เป็นต้น สำหรับตะกั่วที่ผ่านไปยังไตจะถูกขับออกทางปัสสาวะ หากมีปริมาณมากจะทำให้ไตทำงานผิดปกติได้ ซึ่งการเข้าสู่ร่างกายของตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง คือ ทางปาก ทางจมูก และทางผิวหนัง หากได้รับในปริมาณมากจะมีอันตรายถึงขั้นชักได้ โดยที่ระดับตะกั่วในเลือดที่เริ่มทำให้เกิดอันตรายจะอยู่ที่ 40 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่าปกติ 10-20 ไมโครกรัมต่อลิตร) หรือหากได้รับน้อยๆ แต่บ่อยๆ ก็เท่ากับสะสมพิษไว้ โดยอาจมีอาการตั้งแต่ ท้องผูก เบื่ออาหาร ปวดท้อง ซีด เนื่องจากเม็ดเลือดถูกทำลาย กระทั่งเกิดความผิดปกติทางสมอง พัฒนาการล่าช้า ระดับสติปัญญาลดต่ำ มีปัญหาทางพฤติกรรมดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น (2)

ในปัจจุบันมีการใช้เครื่องทำน้ำเย็นอย่างแพร่หลายในสถานที่ต่างๆ เช่น สถานศึกษา และสถานประกอบการ โดยมีทั้งแบบเครื่องทำน้ำเย็นที่ผลิตอย่างถูกต้อง ปลอดภัย และเครื่องที่ผลิตด้วยวิธีที่ยังไม่ได้มาตรฐานหรือเป็นเครื่องรุ่นเดิมที่ยังมีการใช้งานอยู่ ที่พบว่ามีการใช้ตะกั่วเป็นตัวประสานรอยเชื่อมต่อของตะเข็บถังน้ำหรือท่อส่งน้ำ ทำให้อาจเกิดการปนเปื้อนของสารตะกั่วในน้ำดื่มที่บรรจุในเครื่องทำน้ำเย็นดังกล่าว มีรายงานผลการสำรวจและตรวจพิสูจน์น้ำดื่มในเครื่องทำน้ำเย็นในสถาน ศึกษาในหลายจังหวัดโดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พบการปนเปื้อนของสารตะกั่วในน้ำดื่มเกินมาตรฐานความปลอดภัยของกระทรวงสาธารณสุขและองค์การอนามัยโลก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเด็กและเยาวชนในวัยเจริญเติบโต ซึ่งผลจากการดื่มน้ำที่มีสารตะกั่วเข้าไปนั้น ถ้าในวัยเด็กจะส่งผลในระยะยาว โดยจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อพัฒนาการทางสมองของ

เด็ก แต่อาจไม่แสดงอาการอย่างเฉียบพลัน แต่จะทำให้เด็กมีพัฒนาการการเรียนรู้ที่ช้ากว่าเด็กปกติและเติบโตช้า จึงเป็นสิ่งที่อันตรายหากสารชนิดนี้ปนเปื้อนในอาหารหรือน้ำดื่ม (3)

ได้มีรายงานการตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในงานวิจัยสำหรับตัวอย่างประเภทต่างๆ เช่น ตัวอย่างน้ำทะเล (4) ตัวอย่างน้ำตามธรรมชาติและตัวอย่างนม (5) ตัวอย่างน้ำดื่ม (6) ตัวอย่างน้ำผิวดิน (7) ตัวอย่างเลือด (8) และในตัวอย่างน้ำใต้ดิน (9) อย่างไรก็ตามมาตรฐานของน้ำดื่มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) (10-11) สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นที่ติดตั้งให้บริการน้ำดื่มตามสถานที่ต่างๆ เช่น โรงเรียน มหาวิทยาลัย หอพัก โรงงานต่างๆ ถ้ามีตะกั่วปนเปื้อนต้องไม่เกินในปริมาณ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้ยังมีเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคกรมอนามัย พ.ศ. 2543 ได้กำหนดให้มีตะกั่วปนเปื้อนต้องไม่เกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (12) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงเน้นที่จะตรวจวิเคราะห์โลหะตะกั่วในน้ำดื่ม ที่อาจจะปนเปื้อนในระบบทำน้ำเย็นที่ให้บริการภายในมหาวิทยาลัยขอน แก่น โดยใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอบชั่นสเปคโทรโฟโตเมตรี (atomic absorption spectrophotometry) ในการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในน้ำดื่มดังกล่าว เนื่องจากน้ำดื่มเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างมากประจำวันอย่างหนึ่งต่อชีวิต อีกทั้งยังเป็นการประเมินคุณภาพน้ำดื่มที่ให้บริการแก่ส่วนรวมเพื่อเป็นการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่มอีกทางหนึ่งและเป็นแนวทางในการศึกษาวิจัยอื่นๆ อีกต่อไป

2. วิธีการวิจัยสารเคมี

2.1 สารเคมีและเครื่องมือ

สารละลายมาตรฐานตะกั่ว (lead) ซื้อจากบริษัท BDH (UK) กรดไนตริก (HNO_3) ซื้อจากบริษัท APS Ajax Finechem (Australia) ในการศึกษานี้ใช้เครื่องอะตอมมิกแอบซอบชั่นสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ (atomic absorption spectrophotometer; Varian®, *AA-200* Australia) และชุดผลิตน้ำปราศจากไอออน ยี่ห้อ Millipore® รุ่น Milli-Q (USA)

2.2 การเก็บน้ำตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำดื่มตามตู้บริการน้ำเย็นภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ลักษณะของตู้ทำน้ำเย็นทั้งหมดภายนอกทำด้วยสแตนแลสทั้งหมด สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี และมีการให้บริการที่เป็นปัจจุบัน ณ สถานที่ต่างๆ ดังนี้คือ ศูนย์อาหารและบริการ (คอมเพล็กซ์) (Food and Service Center; *CM*) จำนวน 1 ตัวอย่าง โรงอาหารหอพักชาย (Men Cafeteria; *MC*) จำนวน 2 ตัวอย่าง โรงอาหารยูเซ็นเตอร์ (U-Center; *UC*) จำนวน 2 ตัวอย่าง ภายในบริเวณคณะเภสัชศาสตร์ (Faculty of Pharmaceutical Sciences; *PS*) จำนวน 11 ตัวอย่าง โรงอาหารหอพักนักศึกษาแพทยศาสตร์ (Faculty of Medicine Cafeteria; *MD*) จำนวน 2 ตัวอย่าง โรงอาหารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (Faculty of Humanities and Social Sciences; *HS*) จำนวน 2 ตัวอย่าง โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น(ศึกษาศาสตร์) (Demonstration Schools; *SS*) จำนวน10 ตัวอย่าง และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง) (Modindaeng Demonstration Schools; *SM*) จำนวน 10 ตัวอย่าง รวมทั้งหมด 40 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างจะเก็บใส่ภาชนะชนิดโพลีเอธาลีน (polyethylene container) โดยไม่มีการเติมกรดใดๆ ทั้งสิ้น ตัวอย่างที่เก็บจะนำมาผ่านกระบวนการวิเคราะห์หาปริมาณปนเปื้อนของตะกั่วทันที และทำการวิเคราะห์ซ้ำตัวอย่างละ 3 ครั้ง สำหรับอุปกรณ์เครื่องแก้วที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์จะผ่านการล้างด้วยกระบวนการล้างเครื่องแก้วในห้องปฏิบัติการแบบปกติ แต่จะมีการล้างด้วยกรดไนตริก และตามด้วยการกลั่วด้วยน้ำปราศจากไอออนก่อนการใช้ในงานวิเคราะห์ทุกครั้ง

2.3 การศึกษากราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโลหะตะกั่ว

เตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะตะกั่วให้มีความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยใช้น้ำปราศจากไอออน (deionized water) เป็นสารละลายสำหรับการปรับปริมาตร และใช้น้ำกลั่นเป็นสารละลายเปรียบเทียบ (blank) แล้วทำการวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงของสารละลายมาตรฐานข้างต้นจำนวน 10 ครั้ง ในวันที่ต่างกันสัปดาห์ละสามครั้งจำนวนทั้งสิ้นสองสัปดาห์ เรียกการศึกษาแบบนี้ว่าเป็นการศึกษาแบบ between run ทำการคำนวณค่า r^2; correlation coefficient และค่าความชันของกราฟ (slope) รวมทั้งคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

2.4 การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่ม

เตรียมสารละลายมาตรฐานตะกั่วให้มีความเข้มข้นตามที่กำหนดในข้อ 3.3 ปรับปริมาตรสารละลายให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการโดยใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออน

การเตรียมสารละลายเปรียบเทียบ (blank) และเตรียมตัวอย่างน้ำ ใช้วิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Chow et al. (13) และ วิรัช และคณะ (14) การเตรียมสารละลายเปรียบเทียบทำได้โดยการปิเปตสารละลายกรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (%v/v) 40 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ปิดด้วยกระจกนาฬิกาอยู่ด้านบน นำสารละลายไปทำการย่อย (digestion) พร้อมกับการให้ความร้อนบนเตาความร้อน (hot plate) ซึ่งจะให้ความร้อนเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ซึ่งควรจะได้สารละลายที่มีปริมาตรน้อยกว่า 25 มิลลิลิตร เมื่อครบเวลาถือว่าการย่อยสารละลายเปรียบเทียบเสร็จสมบูรณ์

สำหรับการเตรียมตัวอย่างสารละลายน้ำตัวอย่าง จะปิเปตน้ำตัวอย่างที่ได้เก็บตัวอย่างมาตัวอย่างละ 50 มิลลิลิตรใส่ในบิกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ปิเปตสารละลายกรดไนตริกเข้มข้น 30 เปอร์เซ็นต์ (%v/v) 40 มิลลิลิตร ลงไปแล้วปิดด้วยกระจกนาฬิกาอยู่ด้านบน นำสารละลายไปทำการย่อยตัวอย่างด้วยความร้อนเช่นกัน การย่อยตัวอย่างจะทำบนเตาความร้อนเป็นเวลาประมาณ 2 ชั่วโมง ระหว่างการย่อยสารละลายน้ำตัวอย่างต้องระวังไม่ให้สารละลายแห้ง หากสารละลายจะแห้งให้เติมน้ำกลั่นชนิดปราศจากไอออนลงไปให้เหมาะสม และสารละลายที่ผ่านการย่อยตัวอย่างควรจะมีปริมาตรรวมที่น้อยกว่า 25 มิลลิลิตร เช่นเดียวกับสารละลายเปรียบเทียบ หลังจากครบเวลาจะสังเกตเห็นสารละลายใส จากนั้นนำสารละลายเปรียบเทียบหรือสารละลายน้ำตัวอย่างที่ผ่านกระบวนการเตรียมตัวอย่างที่เสร็จแล้วมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 40 การถ่ายเทสารละลายต้องทำการกลั้วบริเวณด้านในของกระจกนาฬิการวมทั้งด้านในของบิกเกอร์ตัวอย่าง และปรับปริมาตรสุดท้ายให้มีปริมาตรเท่ากับ 25 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร (volumetric flask) ขนาด 25 มิลลิลิตร โดยใช้น้ำกลั่นปราศจากไอออนสำหรับการปรับปริมาตร

นำสารละลายในข้อ 2.2 และ 2.3 ไปวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงด้วยเครื่องอะตอมมิกแอบซอบ ชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่มีสภาวะการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วดังนี้ คือ ความยาวสำหรับการดูดกลืนคลื่นแสงที่ 283.3 นาโนเมตร มีความกว้างของคลื่น 0.5 นาโนเมตร กระแสไฟฟ้าของหลอด hollow cathode lamp สำหรับโลหะตะกั่วที่ 10 มิลลิแอมป์ โดยใช้เชื้อเพลิงแบบอากาศผสมกับก๊าซอะเซทิลีน (air: acethylene) ด้วยอัตราเร็ว 13.5 : 2.0 ลิตรต่อนาที ตามลำดับ (14)

2.5 การแปรผลการศึกษา

ผลการศึกษาจากการสร้างกราฟมาตรฐานของตะกั่ว เมื่อนำไปสร้างกราฟมาตรฐานโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานตะกั่วและค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่สามารถวัดได้ จะสามารถแสดงความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรง ($y = mx \pm c$) เมื่อ x แทนค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

ตะกั่วมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และ y แทนค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่วัดได้มีหน่วยเป็นแอบซอบแบนซ์ (absorbance) จากสมการเส้นตรงที่ได้เมื่อนำค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่วัดได้จากตัวอย่างน้ำดื่มที่นำมาศึกษา มาคำนวณเปรียบเทียบกับสมการเส้นตรงดังกล่าวจะสามารถคำนวณเป็นค่าปริมาณตะกั่วที่ทำการศึกษาในตัวอย่างน้ำดื่มที่ทำการศึกษาได้

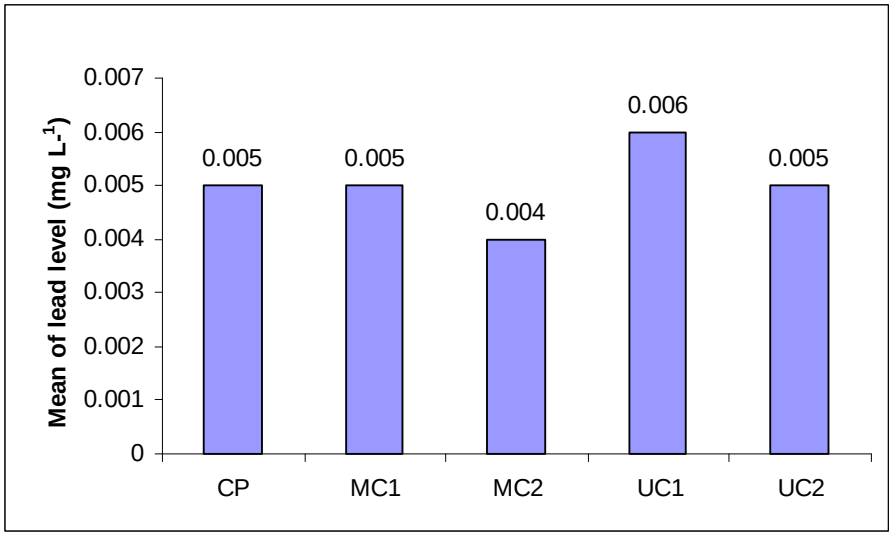
3. ผลการศึกษา

จากการสร้างกราฟมาตรฐานสำหรับสารละลายมาตรฐานตะกั่ว พบว่าการสร้างกราฟมาตรฐานจะให้กราฟมาตรฐานที่เป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้น 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 และ 7.0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ตามลำดับ จากการศึกษาการสร้างกราฟมาตรฐานแบบ between run (n=10) พบว่ากราฟมาตรฐานมีค่าสมการเส้นตรงเท่ากับ y= 0.00208x+0.0021 มีค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเส้นตรง (correlation coefficient; r^2) มีค่าเท่ากับ 0.999 (n=10) ตามลำดับ พบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าความชันของกราฟมาตรฐานมีค่าเท่ากับ 0.00208 ± 0.003 (n=10)

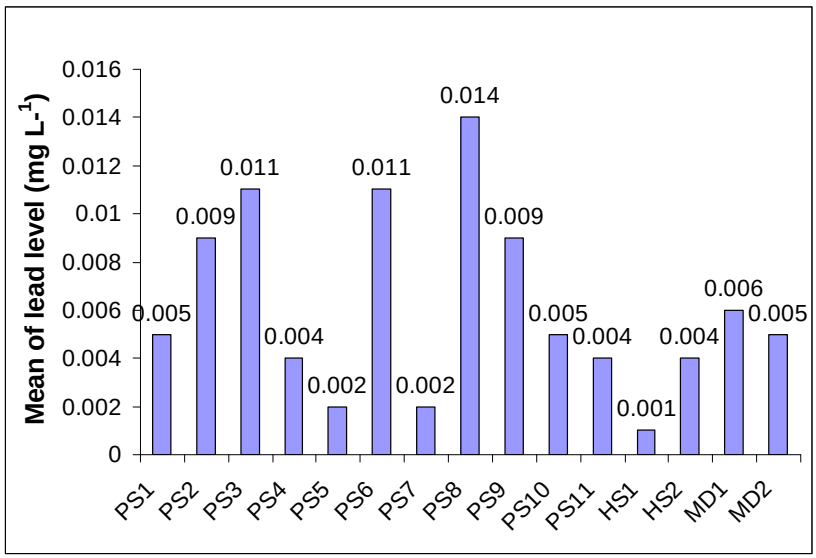
ผลการศึกษาพบปริมาณเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำดื่มที่เก็บตัวอย่างจากกลุ่มโรงอาหารขนาดใหญ่ที่มีผู้ใช้บริการมาก ได้แก่ ศูนย์อาหารและบริการ(คอมเพล็กซ์) (*CM*) โรงอาหารหอพักชาย (*MC*) โรงอาหารยูเซ็นเตอร์ (*UC*) โดยพบปริมาณตะกั่วเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.004 – 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.005±0.0007 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงผลการศึกษาในรูปที่ 1

ปริมาณตะกั่วปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำดื่มที่เก็บจากโรงอาหารในคณะต่างๆ ได้แก่คณะเภสัชศาสตร์ (*PS*) โรงอาหารหอพักนักศึกษาแพทยศาสตร์ (*MD*) โรงอาหารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (*HS*) พบปริมาณตะกั่วเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.001–0.014 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.006±0.0038 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงผลการศึกษาในรูปที่ 2

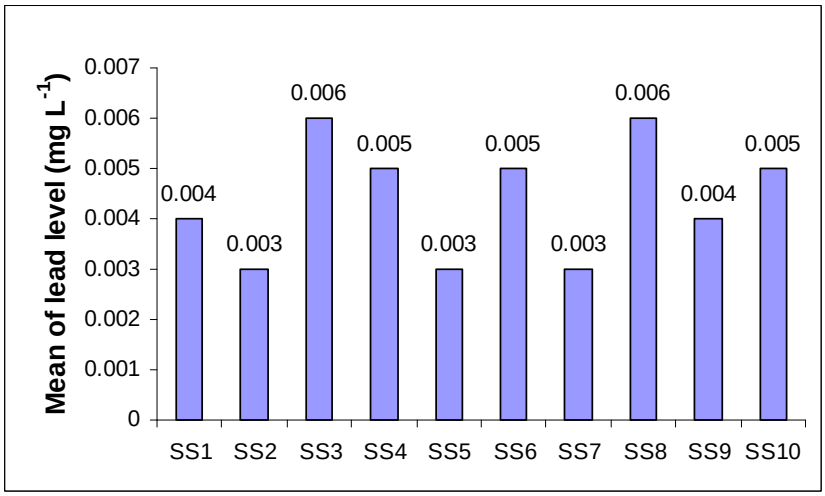
สำหรับโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์, *SS*) พบปริมาณตะกั่วเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.003–0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.004±0.0011 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงผลการศึกษาในรูปที่ 3 และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดิน



รูปที่ 1. ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่มที่ศึกษา (*CP* คือศูนย์อาหารและบริการ (คอมเพล็กซ์), *MC* คือโรงอาหารหอพักชาย และ *UC* คือโรงอาหารยูเซ็นเตอร์)



รูปที่ 2. ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่มที่ศึกษา (*PS* คือคณะเภสัชศาสตร์, *HS* คือโรงอาหารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และ *MD* คือโรงอาหารหอพักนักศึกษาแพทยศาสตร์)

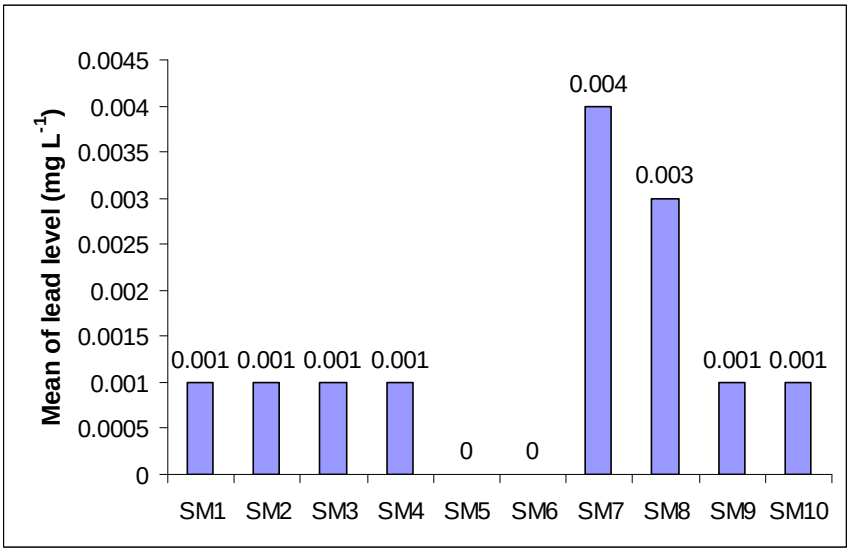


รูปที่ 3. ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่มที่ศึกษา (*SS* คือโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์))

แดง, *SM*) พบปริมาณตะกั่วเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.001 –0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วเท่ากับ 0.001±0.0013 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังแสดงผลการศึกษาในรูปที่ 4

4. สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่มที่เก็บตัวอย่างมาทั้งหมดจาก 8 แหล่ง รวมทั้งหมด 40 ตัวอย่าง ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโตเมตรี พบว่าหลังจากที่ตัวอย่างน้ำดื่มได้ผ่านการเตรียมตัวอย่าง ด้วยเทคนิคการย่อยตัวอย่างโดยใช้กรดเข้มข้น และวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร จะสามารถทำการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วที่สนใจได้ พบค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของค่า Correlation coefficient ; r^2 ของกราฟมาตรฐานมีค่าเท่ากับ ±0.0001 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

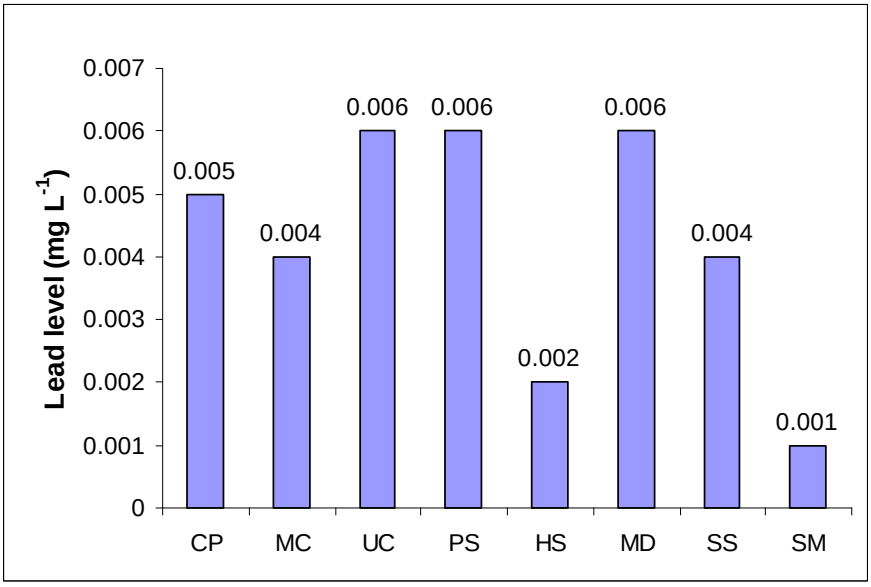


รูปที่ 4. ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่มที่ศึกษา (*SM* คือโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง) และ *0* คือตรวจไม่พบปริมาณตะกั่ว)

(S.D.) ของค่าความชันของกราฟมาตรฐานมีค่าเท่ากับ ±0.0003 (n=10) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวิธีวิเคราะห์ดังกล่าวให้ผลการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่ม สามารถแสดงเป็นปริมาณตะกั่วเฉลี่ยที่ตรวจพบ ดังแสดงในรูปที่ 5 ซึ่งพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มจากทั้ง 8 แหล่งมีค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วดังนี้คือ ศูนย์อาหารและบริการ (คอมเพล็กซ์) (*CM*) 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงอาหารหอพักชาย (*MC*) 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงอาหารยูเซ็นเตอร์ (*UC*) 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร คณะเภสัชศาสตร์ (*PS*) 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงอาหารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (*HS*) 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงอาหารหอพักนักศึกษาแพทยศาสตร์ (*MD*) 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัย ขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์, *SS*) 0.004 มิลลิกรัมต่อลิตร และโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง, *SM*) 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และหากคำนวณค่าเฉลี่ยปริมาณตะกั่วสำหรับตัวอย่างทั้งหมด 40 ตัวอย่าง จะมีค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่มเท่ากับ 0.004±0.0019 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากผลการศึกษาดังกล่าวหากทำการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในน้ำตัวอย่างที่พบกับมาตรฐานของน้ำดื่มตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) (10-11) ที่ระบุไว้ว่า น้ำดื่มที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทควรมีตะกั่วปนเปื้อนได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคกรมอนามัย พ.ศ. 2543 ได้กำหนดให้น้ำบริโภคควรมีตะกั่วปนเปื้อนต้องไม่เกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (12) จากมาตรฐานทั้งสองพบว่าน้ำดื่มตัวอย่างทั้งหมด 40 ตัวอย่างนี้ มีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของทั้งประกาศของกระทรวงสาธารณสุขและกรมอนามัย โดยค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วมีค่าต่ำกว่าปริมาณตะกั่วที่ยอมให้มีได้ในเกณฑ์มาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุขถึง -12.5 เท่า หรือ -7.5 เท่า เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกรมอนามัย ทำให้สามารถมั่นใจได้ว่าน้ำดื่มที่ทำการศึกษาจากทั้ง 8 แหล่งสามารถนำมาบริโภคได้โดยปลอดภัย



รูปที่ 5. ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วจำแนกตามสถานที่เก็บตัวอย่าง (*CP* คือศูนย์อาหารและบริการ (คอมเพล็กซ์), *MC* คือโรงอาหารหอพักชาย, *UC* คือโรงอาหารยูเซ็นเตอร์, *PS* คือคณะเภสัชศาสตร์, *HS* คือโรงอาหารคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, *MD* คือโรงอาหารหอพักนักศึกษาแพทยศาสตร์ *SS* คือโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) และ *SM* คือโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (มอดินแดง))

ในปัจจุบันการตื่นตัวเรื่องความปลอดภัยจากปริมาณตะกั่วในตู้น้ำดื่ม ได้เป็นที่ตระหนักถึงความสำคัญของหน่วยงานต่างๆ โดยเฉพาะในสถานศึกษาที่มีนักเรียนหรือนักศึกษาอยู่เป็นจำนวนมาก การบำรุงรักษาอุปกรณ์ดังกล่าวตามเวลาที่เหมาะสม และการดูแลคุณภาพของน้ำก่อนที่จะส่งผ่านเข้าไปในตู้น้ำดื่มก็มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง

5. เอกสารอ้างอิง

(1) Itthipanichpong C. Pharmacology 1. Bangkok: Department of Pharmacology, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University; 1994. Thai.

(2) Vanloon GW, Duffy SJ. Environmental Chemistry. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2005.

(3) Food and Water Sanitation Division. Monitoring, feedback and surveillance of drinking water contaminated with lead in schools. Bangkok: Department of Health, Ministry of Public Health; 2008. Thai.

(4) Espada-Bellido E, Galindo-Riaño MD, García-Vargas M. Sensitive adsorptive stripping voltammetric method for determination of lead in water using multivariate analysis for optimazation. J Hazard Mater. 2009; 166(2-3): 1326-31.

(5) Manzoori JL, Amjadi M, Abulhassani J. Ultra-trace determination of lead in water and food samples by using ionic liquid-based single drop microextraction-electrothermal atomic absorption spectrometry. Anal Chim Acta. 2009; 644(1-2): 48-52.

(6) Hayes CR. Computational modeling to investigate the sampling of lead in

drinking water. Water Res. 2009; 43(10): 2647-56.

(7) Tsogas GZ, Giokas DL, Vlessidis AG. Graphite furnace and hydride generation atomic absorption spectrometric determination of cadmium, lead, and tin traces in natural surface waters: Study of preconcentration technique. J Hazard Mater. 2009; 163(2-3): 988-94.

(8) Edwards M, Triantafyllidou S, Best D. Elevated blood lead in young children due to lead-contaminated drinking water: Washington, DC, 2001-2004. Environ Sci Technol. 2009; 43(5): 1618-23.

(9) Aslam Mirza M, Khuhawar MY, Arain R. Quality and distribution of lead and cadmium in underground water of Kashmir. Asian J Chem. 2008; 20(8): 5915-23.

(10) Ministry of Public Health. Announcement of Ministry of Public Health issue 61: Water in closed containers, in government gazette volume 98 section 157 on September 24, 1981. Bangkok: Ministry if Public Health; 1981. Thai.

(11) Ministry of Public Health. Announcement of Ministry of Public Health issue 135: Water in closed containers (No. 2), in government gazette volume 108 section 61 on April 24, 1991. Bangkok: Ministry if Public Health; 1991. Thai.

(12) Food and Water Sanitation Division. Drinking water quality criteria of Department of Health. Bangkok: Department of Health, Ministry of Public Health; 2000. Thai.

(13) Chow PYT, Chua TH, Tang KF, Ow BY. Dilute acid digestion procedure for the determination of lead, copper and mercury in traditional Chinese medicines by atomic absorption spectrometry. Analyst. 1995; 120(4): 1221-3.

(14) Ruengsitagoon W, Anorat R, Pearruksa P. Determination of lead, arsenic, cadmium, copper and zinc in traditional medicines by atomic absorption spectrophotometry. KKU Res J. 2005; 10(2): 135-40.