METROLOGY SOCIETY OF THAILAND

ISSN : 0859 - 5348

UPDATE MST

สมท. สาร ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 ปี 2561

บรรณาธิการ ดร. ปนัดดา ซิลวา

สวัสดีท่านผู้อ่านและสมาชิก สมท. ทุกท่าน

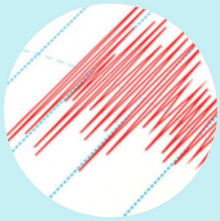
ทางสมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทยต้องขออภัยที่ วารสารอัพเดท (Update) ฉบับนี้ ออกล่าช้าไป เนื่องจากมีการปรับปรุงรูปแบบใหม่ให้เหมาะกับยุค 4.0 คือเป็น E-version or E-update มีบทความวิชาการจากนักวิทยาศาสตร์ นักมาตรวิทยา และนักวิชาการรุ่นเยาว์ เพื่อเป็นสื่อกลางในการสื่อสาร หากท่านผู้อ่านมีข้อคิดเห็นต่อบทความหรือมีข้อแนะนำ ท่านสามารถส่งถึง บรรณาธิการวารสารอัพเดท ดร. ปนัดดา ซิลวา ได้ที่อีเมล panaddasilva@gmail.com ซึ่งเรายินดีรับฟังและขอบคุณต่อข้อคิดเห็นต่างๆ กรณีที่ข้อคิดเห็นหรือบทความแนะนำมีประโยชน์ต่อภาพรวมทางวิชาการ บรรณาธิการจะขอตีพิมพ์ในฉบับต่อไป

วารสารอัพเดท ได้ปรับระยะเวลาการออกวารสารเป็นทุก 2 เดือน และในฉบับแรกของ E-update ได้ลงบทความเกี่ยวกับสารหนู ซึ่งเป็นสารพิษที่มีการปนเปื้อนในอาหาร และเรื่องริคเตอร์คืออะไร ซึ่งล้วนเป็นที่สนใจของท่านผู้อ่านหลายท่าน และในฉบับต่อไปจะนำเสนอบทความทางวิชาการที่น่าสนใจอีกเช่นเคย

นอกจากการเผยแพร่ข้อมูลวิชาการทางวารสารอัพเดทแล้ว ทางสมาคมมาตรวิทยาฯ ยังมีกิจกรรมทางวิชาการอื่นๆ เช่น การขึ้นทะเบียนนักมาตรวิทยา การทดสอบความชำนาญ (PT) และการฝึกอบรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรฐานสากลต่างๆ ที่กำลังปรับปรุง เป็นต้น ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้จะส่งเผยแพร่บนเว็บไซต์ของสมาคมมาตรวิทยาฯ ต่อไป

ปนัดดา ซิลวา
บรรณาธิการ

หน้าที่ 2 Arsenic Standard Solution



หน้าที่ 5 ริคเตอร์คืออะไร

สมาคมมาตรวิทยาแห่งประเทศไทยเป็นศูนย์รวมของบุคคลเพื่อทำงานที่เกี่ยวข้องกับการวัดที่นำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อคุณภาพชีวิตและสังคมของประชากรในประเทศ
ที่อยู่ เลขที่ 196 ถนนพหลโยธิน กรุงเทพฯ 10900
โทร 0 2940 6943 โทรสาร 0 29406949 อีเมล mst@mst.or.th เว็บไซต์ http://www.mst.or.th

Arsenic Standard Solution

ผู้เขียน ปทุมพร รอดเรืองธรรม, นงลักษณ์ ตั้งไพศาลกุล, วิภาดา หงษ์ทะนี, ธวัชชัย โลกะนัง และธารารัตน์ ตั้งจิตร ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เคมีไฟฟ้า กลุ่มงานวิเคราะห์อนินทรีย์เคมี ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพ สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

ภาพที่ 1 สารหนูบริสุทธิ์ (Aresnic)

ภาพที่ 2 อาร์เซนิกไตรออกไซด์ (Arsenic trioxide (As_2O_3))

ภาพที่ 3 วัสดุอ้างอิงรับรองโลหะสารหนู (Arsenic standard solution, TRM-S-2015)

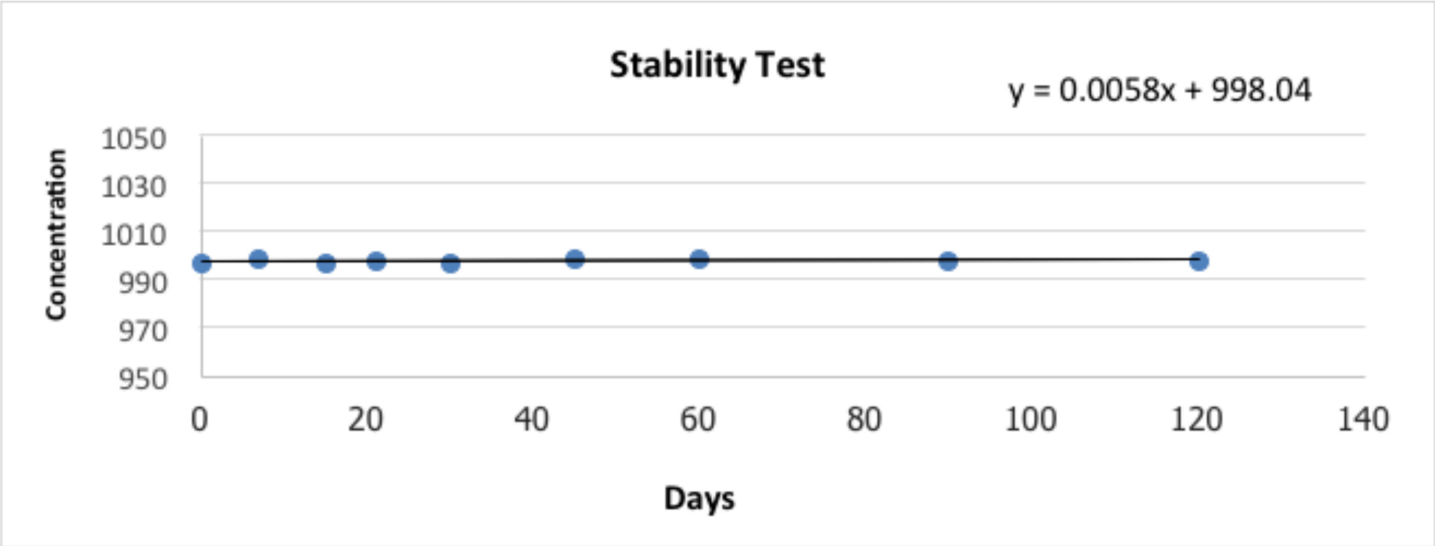
สารหนู (Arsenic) เป็นชื่อธาตุกึ่งโลหะ ลำดับที่ 33 สัญลักษณ์ As ลักษณะเป็นของแข็งมีสามอัญรูป คือ สารหนูสีเทา สารหนูสีดำ และสารหนูสีเหลือง สารหนูมีมากเป็นอันดับที่ 20 ของธาตุที่พบมากบนโลก โดยจะพบในสิ่งมีชีวิต พืชและสัตว์ตลอดจนพบในธรรมชาติ ได้แก่ ในพื้นดิน ทะเล มหาสมุทรและแหล่งน้ำต่างๆ สารหนูในแหล่งน้ำตามธรรมชาติมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ การเผาถ่านหิน การถลุงแร่ และการใช้สารกำจัดศัตรูพืช นอกจากนี้สารหนูยังออกมาสู่บรรยากาศโลกจากอุตสาหกรรมบางประเภทที่มีการใช้สารนี้ เช่น การอบไม้ การผลิตสี และการผลิตสารกำจัดศัตรูพืช

สารหนู มี 2 รูปแบบ คือ สารหนูอินทรีย์ (Organic) และสารหนูอนินทรีย์ (Inorganic) โดยสารหนูที่เป็นเกลืออนินทรีย์ เช่น Arsenic trioxide (As_2O_3) จะมีความเป็นพิษที่ร้ายแรงกว่าสารหนูอินทรีย์หรือสารหนู บริสุทธิ์ ซึ่งแตกตัวเป็นอิออนไม่ได้ สำหรับ Arsenic trioxide เป็นสารที่มีลักษณะเป็นผลึกแข็ง สีขาว ละลายน้ำได้ ประโยชน์ที่มนุษย์นำมาใช้ ได้แก่ เป็นองค์ประกอบในอุตสาหกรรมผลิตแก้ว อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์โดยเป็นสารกึ่งตัวนำ (Semiconductors)

มนุษย์สามารถรับสารหนูเข้าสู่ร่างกายได้โดยการหายใจ การสัมผัสทางผิวหนังและจากการรับประทานอาหารและน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของสารหนู โดยส่วนใหญ่แล้วสารหนูเข้าสู่ร่างกายจากการบริโภคอาหารและน้ำดื่มแล้วถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมากกว่าทางอื่น ความเป็นพิษของสารหนูมีทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute toxicity) และเรื้อรัง (Chronic toxicity) อาการแบบเฉียบพลัน คือเกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่ออวัยวะที่สัมผัสกับสารหนู และอาจทำให้คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริว กล้ามเนื้อเกร็ง อาการแทรกซ้อนเกี่ยวกับการทำงานของหัวใจ และเสียชีวิตจากการทำงานล้มเหลวของหัวใจ อาการพิษเรื้อรังเกิดจากการได้รับสารหนูติดต่อกันเป็นเวลานาน สารนี้จะทำให้เกิดแผลเป็น หรือเป็นรูที่ช่องจมูก ผิวหนังหนาขึ้น มีรอยด่างดำที่ผิวหนัง อาจมีเส้นสีขาวบนเล็บ นอกจากนี้ยังอาจมีอาการชาตามปลายมือปลายเท้า มีความรู้สึกแสบร้อน มีอาการอ่อนเพลียของแขนขา และอาจเป็นมะเร็งผิวหนังและปอด รวมทั้งมีผลต่อทารกในครรภ์ และมีฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์

จากข้อมูลข้างต้นจะเห็นได้ว่าสารหนูเป็นสารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ในทางการแพทย์ได้มีการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในเลือด เพื่อใช้ในการวินิจฉัยโรคเนื่องจากสารหนูสามารถเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้โดยการสัมผัสผ่านผิวหนัง การหายใจ การรับประทานอาหารและน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนของสารหนู ปริมาณของสารหนูที่มนุษย์ได้รับแล้วมีความเป็นพิษถึงขั้นเสียชีวิตจะอยู่ในช่วง 1.5 มิลลิกรัม ถึง 500 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม (Diethyl arsenic acid) (National Food Institute Thailand (2547). ภัยในอาหาร, สถาบันอาหาร, พฤษภาคม 2547, p. 46-48) ส่วนในน้ำดื่มทาง EPA (United Stated Environmental Protection Agency) ได้กำหนดปริมาณของสารหนูต้องมีปริมาณไม่เกิน 0.010 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นอกเหนือจากงานทางด้านการแพทย์แล้ว ในประเทศไทยยังมีการวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูในอุตสาหกรรมอาหารด้วย ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน กำหนดให้อาหารที่มีสารปนเปื้อนต้องมีมาตรฐาน โดยตรวจพบสารหนูได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัม ต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่อง อาหารในภาชนะที่ปิดสนิทโดยกำหนด อาหารในภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะและภาชนะบรรจุที่ไม่เป็นโลหะสามารถตรวจพบสารหนูได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3767 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ธูป มีเกณฑ์กำหนดปริมาณสารหนูได้ไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะเห็นได้ว่าการหาปริมาณสารหนูในตัวอย่างต่างๆ ที่มีปริมาณต่ำให้มีความถูกต้อง น่าเชื่อถือนั้นมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด ดังนั้นก่อนทำการวิเคราะห์จะต้องมีการใช้วัสดุอ้างอิงรับรองทำการสอบเทียบเครื่องมือ แต่เนื่องจากการใช้วัสดุอ้างอิงรับรองโลหะหนักสารหนูต้องนำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงและมีอายุการใช้งานสั้น

ความสำคัญที่กล่าวมาแล้วนั้นกลุ่มงานวิเคราะห์อนินทรีย์เคมี ฝ่ายมาตรวิทยาเคมีและชีวภาพจึงได้ทำการผลิตวัสดุอ้างอิงโลหะหนักสารหนู (Arsenic standard solution) ที่ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามมาตรฐาน ISO 17034 โดยสามารถสอบกลับได้ตามมาตรฐานสากลซึ่งเป็นที่ยอมรับ ได้แก่มาตรฐานแห่งชาติ SI Units



ภาพที่ 4 แสดงการตรวจสอบความเสถียรของวัสดุอ้างอิงโลหะหนักสารหนู (Stability test)

การเตรียมวัสดุอ้างอิงโลหะหนักสารหนู

ทางห้องปฏิบัติการฯได้จัดหาสารเคมีที่มีความบริสุทธิ์สูงและใช้เทคนิคการเตรียมตัวอย่างด้วยการชั่งน้ำหนัก (Gravimetric preparation) จากนั้นทำการกำหนดค่าโดยการไทเทรตสารประกอบเชิงซ้อนด้วยเครื่อง Potentiometric titrator with platinum electrode and reference Ag/AgCl electrode อีกทั้งยังทำการศึกษาถึงความเป็นเนื้อเดียวกันของสารละลายโลหะหนัก (Homogeneity) และศึกษาในด้านความเสถียรของสารละลายโลหะหนัก (Stability) ที่เวลาต่างๆ กันซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ISO Guide 35 ด้วย

สำหรับการหาความเข้มข้นของสารละลายโลหะหนักสารหนูนิยมใช้วิธี Oxidation-reduction titration ซึ่ง As (III) จะเปลี่ยนเป็น As (V) เมื่อทำการไทเทรตกับสารละลายไอโอดีน แสดงดังสมการด้านล่าง

$$I_2 + AsO_3^{3-} + H_2O \rightarrow 2I^- + AsO_4^{3-} + 2H^+$$

เมื่อทำการกำหนดค่าความเข้มข้นของวัสดุอ้างอิงโลหะหนักสารหนูแล้ว ทางห้องปฏิบัติการฯยังได้ทำการตรวจสอบความเป็นเนื้อเดียวกันของสารละลาย (Homogeneity testing) โดยทำการสุ่มตัวอย่าง (Random sampling) 10% ของจำนวนวัสดุอ้างอิงทั้งหมดและใช้ ANOVA analysis เป็นเครื่องมือสำหรับศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันของสารละลาย จากข้อมูลทางสถิติ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ และใช้ Trend analysis ทำการศึกษาในด้านความเสถียรของสารละลายโลหะหนัก (Stability) ที่เวลาต่างๆ กัน โดยจากข้อมูลทางสถิติพบว่าวัสดุอ้างอิงโลหะหนักสารหนูมีความเสถียร แสดงดังรูปที่ 5

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (มว.) ได้ทำการจัดจำหน่ายวัสดุอ้างอิงโลหะหนักสารหนู (TRM-S-2015) ที่ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการวัสดุอ้างอิงโลหะหนักสารหนูของลูกค้าภายในประเทศ อีกทั้งยังเป็นการสร้างระบบมาตรวิทยาเคมีของชาติเพื่อที่จะส่งเสริมและสนับสนุนกิจกรรมการวัดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักสารหนูในตัวอย่างต่างๆ ให้มีคุณภาพ สามารถสอบกลับมายังสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ (ประเทศไทย) โดยสามารถดูรายละเอียดได้ทาง www.nimt.or.th

เอกสารอ้างอิง

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Arsenic
2. นันทฤทธิ์ โชคถาวร. อันตรายและความเป็นพิษของสารหนู. พิษวิทยาสาร ปีที่ 11 ฉบับที่ 4 พ.ศ. 2544
3. สถาบันอาหาร. ภัยในอาหาร เล่ม 2. กรุงเทพฯ : สถาบัน, 2549.
4. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน
5. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 144 (พ.ศ. 2535) เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
6. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3767 (พ.ศ. 2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมธูป