

Research & Lab information for **RD&QCA** specialists in food, pharmaceuticals and cosmetics industry

Ingredients/Additives

Chemicals/Reagents

Methods/Techniques

Instruments/Equipment/Tools

Software/Lab Furniture & Design

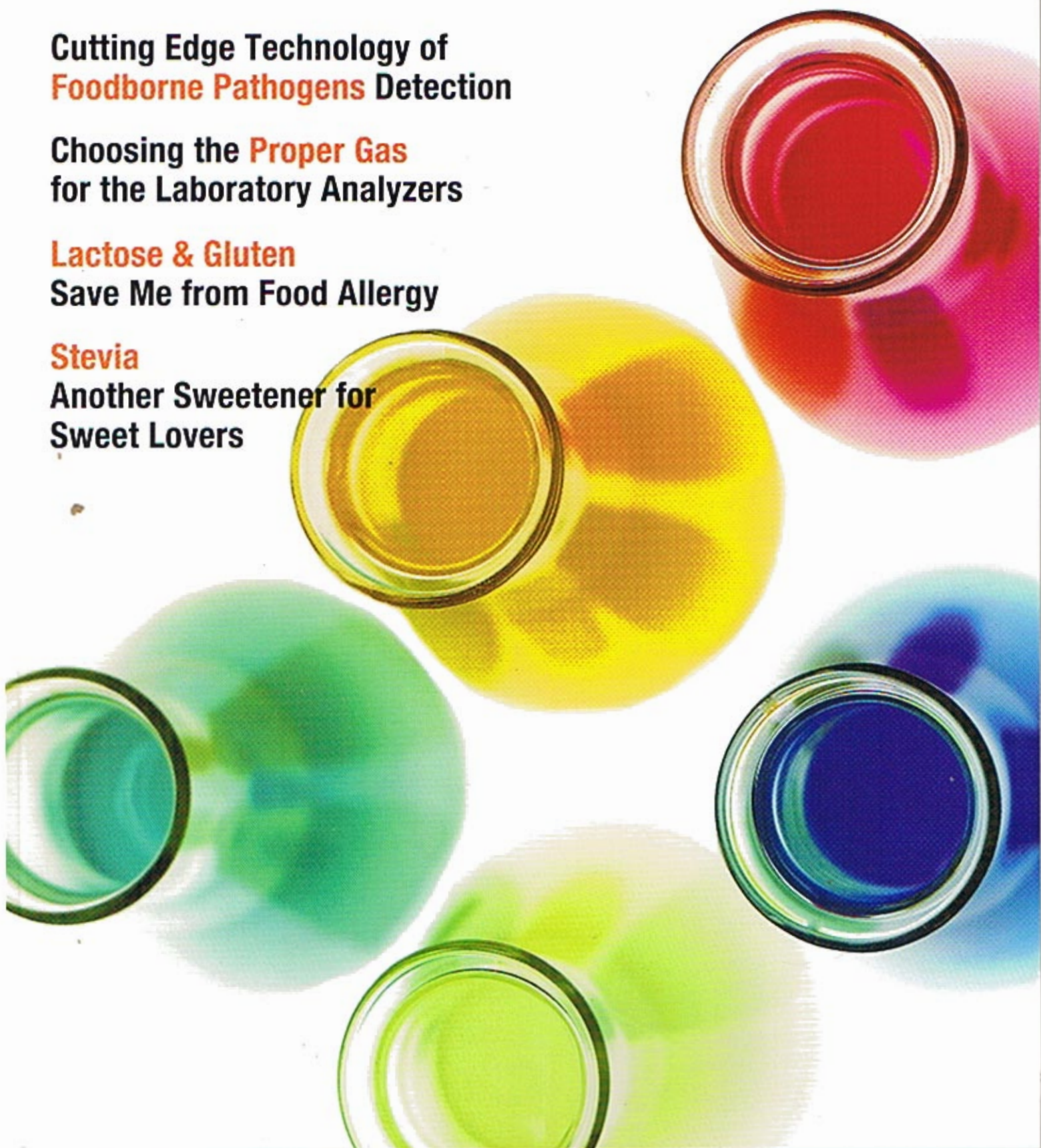
Laws/Regulations/Standards

Cutting Edge Technology of **Foodborne Pathogens** Detection

Choosing the **Proper Gas** for the Laboratory Analyzers

Lactose & Gluten Save Me from Food Allergy

Stevia Another Sweetener for Sweet Lovers



Mercury 101

Author info

คุณพรพร เวียงศิริ

Punya Roengpithya

President and Specialist on Chemical Cleanup

Viptel Co., Ltd.

punya@viptel.co.th



นับย้อนหลังเมื่อ 4,500 ล้านปีที่แล้ว ที่สารปรอทได้ถือกำเนิดมาพร้อมกับการกำเนิดของโลก และจากหลักฐานที่มีการบันทึกไว้เมื่อ 3,000 ปีที่แล้ว ว่ามีการใช้ประโยชน์จากศักยภาพและคุณสมบัติความไม่เสถียรของสารปรอท ทั้งๆ ที่คนในยุคนั้นมีความรู้เกี่ยวกับสารปรอทอยู่น้อยมาก จนมาถึงปัจจุบัน แม้ว่าจะมีงานวิจัยเกี่ยวข้องกับเทคนิคที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์และผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่ก็ยังคงน้อยกว่าองค์ความรู้และการศึกษาสารอื่นๆ เช่น ออกซิเจน ไฮโดรเจน ยูเรเนียม เป็นต้น

ปัจจุบันมีการใช้ปรอทในปริมาณมากในภาคอุตสาหกรรมทำให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก และนั่นจึงต้องมีการศึกษาความเป็นพิษของปรอทต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพของมนุษย์อย่างจริงจัง และเป็นเรื่องที่จะเลยมไม่ได้ แล้วเราควรศึกษาอะไรเกี่ยวกับปรอทบ้าง?

What's the issue with Mercury?

เราอาจจะคิดว่าปรอทเป็นเพียงแค่อโลหะที่อยู่ในรูปของของเหลวเท่านั้น แต่ในสิ่งที่ทั้งหมดปรอทเป็นโลหะที่ไม่คงตัวเป็นอย่างยิ่ง พร้อมทั้งจะทำปฏิกิริยากับธาตุอื่นๆ สารเคมี โลหะอัลลอยด์ และสารอื่นๆ และในช่วงเวลาที่ทำปฏิกิริยาเหล่านี้ปรอทจะกลายเป็นไอสารพิษลอยสู่บรรยากาศ

ปรอทที่อยู่ในรูปของเหลวมีหนักกว่าน้ำเกือบ 14 เท่า (SG=13.534) ในรูปแบบของก๊าซปรอทหนักกว่าอากาศเกือบ 7 เท่า (SG=6.93) มีอัตราการระเหยที่อุณหภูมิห้องเท่ากับ 7 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ชั่วโมง เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส อัตราการระเหยของปรอทจะเพิ่มขึ้นสองเท่า โดยลักษณะความสัมพันธ์นี้เป็นแบบเส้นตรง

ปรอทมีความสามารถในการทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ สูง และเร่งให้เกิดกระบวนการกัดกร่อน นอกจากความสามารถในการทำให้อุปกรณ์เสื่อมสภาพหรือเสียหายแล้วปรอทยังสามารถออกฤทธิ์ร่วมกับสารปนเปื้อนอื่นๆ และนำไปสู่ความเสียหายมากกว่าปกติบางกรณีความเสียหายอาจถึงขั้นร้ายแรง ตัวอย่างที่เป็นที่ทราบกันดีคือการกัดกร่อนอลูมิเนียมของปรอทโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน

โดยปกติแล้วอลูมิเนียมมีชั้นออกไซด์อยู่บนผิวหน้าซึ่งมีความหนา 1 ไมครอนที่ช่วยป้องกันการกัดกร่อน แต่ถ้าผิวของอลูมิเนียมถูกขูดขีดให้เป็นรอย หรือผ่านการทำความสะอาด ชั้นออกไซด์บางๆ ที่เคลือบอลูมิเนียมจะหลุดออกไป ทำให้ปรอทสามารถไปสัมผัสกับชั้นอลูมิเนียมได้และจะเกิดอะมัลกัมของปรอทและอลูมิเนียมขึ้นเมื่ออะมัลกัมสัมผัสกับอากาศ ส่วนที่เป็นอลูมิเนียมจะออกซิไดซ์และร่อนออกจะเหลืออยู่แต่อะมัลกัมของปรอทที่จะทำให้เกิดกระบวนการในลักษณะนี้ซ้ำต่อไปเรื่อยๆ จนกระทั่งไม่เหลืออลูมิเนียมให้เกิดเป็นอะมัลกัมอีกต่อไป

อีกกรณีหนึ่งที่เป็นที่รู้จักกันดีคือผลของการกัดกร่อนจากไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ต่อวัสดุที่เป็น Carbon steel ในอุปกรณ์ที่ใช้กับระบบแก๊ส โดยพบว่าภายใต้สภาวะที่เหมาะสม ฤทธิ์การกัดกร่อนจะเพิ่มสูงขึ้นมากกว่า 4 เท่าเมื่อมีสารปรอทอยู่ในระบบ ในกรณีที่มีการสัมผัสปรอทเหลวจำนวนมากเป็นระยะเวลานานและไม่มีการป้องกัน

(หรือการป้องกันไม่ได้ผล) ปรอทที่ฝังอยู่ในเนื้อเหล็กสามารถทำให้เกิดการกัดกร่อนในบริเวณอื่นๆ เพิ่มขึ้นได้ 2-3 เท่าจากปกติเมื่อเทียบกับสภาวะที่ไม่มีสารปรอท

ในกรณีนี้เป็นที่น่าสังเกตว่าโลหะจะดูดซึมปรอทเข้าไป โดยปริมาณปรอทที่ถูกดูดซึมเข้าไปนั้นจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อมีปริมาณของคาร์บอนในโลหะเพิ่มมากขึ้น และจะไม่มีการเกิดอะมัลกัมและการสร้างพันธะ แต่ปรอทสามารถที่จะแทรกตัวอยู่ระหว่างโมเลกุลของโลหะกับคาร์บอนได้

กระบวนการดูดซึมนี้สามารถย้อนกลับได้ กล่าวคือเราสามารถดูดปรอทออกจากเนื้อเหล็กและปล่อยให้ปรอทระเหยเป็นไอหรือผสมเข้าไปในปรอทเหลว (ธาตุพื้นฐาน) การปนเปื้อนของปรอทนี้จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาและสเกลเลตเจอร์ 300 (เช่น 304 หรือ 316) ซึ่งปกติแล้วจะทนต่อการกัดกร่อนโดยของเหลวหรือแก๊สต่างๆ สามารถดูดกักคาร์บอนในลักษณะพุทได้ (pitting) เมื่อได้สัมผัสกับสารปรอท สำหรับเหล็กประเภทอื่นๆ ประสิทธิภาพจะมีความคล้ายคลึงกัน วัสดุโลหะผสม "อินเทล" (สารประกอบนิกเกิล) ไม่สามารถทนทานต่อการกัดกร่อนของปรอทเหลวที่อุณหภูมิห้องได้ โดยอัตราการกัดกร่อนเริ่มต้นตั้งแต่ 0.5 มิลลิเมตร/ปี ที่อุณหภูมิห้อง ไปจนถึงอัตราการกัดกร่อนแบบเร็วจัดที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส วัสดุโลหะผสม "แฮสเทลลอย บี" (สารประกอบนิกเกิลชนิดประสิทธิภาพสูง) และโลหะไทเทเนียมสามารถถูกกัดกร่อนด้วยปรอทได้ที่อุณหภูมิตั้งแต่ 100 องศาเซลเซียส ดังนั้นเราจึงควรระมัดระวังเมื่อวัสดุโลหะซึ่งโดยปกติทนการกัดกร่อนมีโอกาสสัมผัสกับปรอท เพราะสามารถนำไปสู่การกัดกร่อนได้

การกำจัดสารปรอทออกจากเนื้อเหล็กนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ปกติจะทำก่อนกระบวนการกำจัดของเสีย หรือก่อนการทำงานลักษณะ Hot work (เช่นงานเชื่อมหรืองานเจียร) โดยเป็นการกำจัดด้วยสารเคมี หรือเป็นการใช้สารเคมีร่วมกับวิธีทางเชิงกลเพื่อให้บรรลุผลเร็วขึ้น ในประเทศแถบในเอเชียปรอทอาจจะพบที่ระดับ 1-2 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร ซึ่งปลอดภัยหากสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันกับส่วนบุคคล แต่การทำ Hot work สามารถก่อให้เกิดละอองปรอทในระดับ 17 มิลลิกรัม/ลูกบาศก์เมตรภายในระยะเวลาเพียง 2-3 นาที

Fatal Toxin

เมื่อคนได้สัมผัสกับสารปรอทโดยที่ไม่ทราบว่าเป็นสารปรอทนั้นจะมีพิษสูงและในหลายๆ กรณีทำให้เสียชีวิตได้ ร่างกายของคนสามารถรับสารปรอทได้ผ่านการรับประทานและการดูดซึมทางผิวหนัง แต่การรับผ่านทางระบบหายใจเป็นวิธีที่รวดเร็วที่สุด บางครั้งในวิชาเคมีที่สอนในโรงเรียนนักเรียนมีโอกาสได้ลองเล่นกับปรอทเหลวโดยไม่รู้ว่ามีกำลังระเหยและไอปรอทไม่มีกลิ่นและไม่สามารถเห็นได้โดยตาเปล่า

เมื่อร่างกายได้รับไอปรอทจากการสูดดม ร้อยละ 80 จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ถึงแม้ว่าร่างกายจะสามารถขับสารปรอทออกมาได้แต่กระบวนการนี้ต้องใช้เวลา ไอปรอทที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะถูกออกซิไดซ์เป็นสารปรอทประเภท Mercurous ในกระแสเลือดและน้ำเหลือง สารประเภท

นี้สามารถสะสมภายในเนื้อเยื่อและอวัยวะในร่างกาย จนอาจนำไปสู่อันตรายทางระบบประสาทได้ เช่น ตามยวดยกก่อนวัยอันควร ความจำเสื่อม สูญเสียการทรงตัว และระบบการขับถ่ายผิดปกติ คนที่ได้รับพิษปรอทชั้นร้ายแรงจะเสียชีวิตและค่าครึ่งชีวิต (half-life) ของปรอทภายในกระแสเลือด ระบบประสาท และระบบขับถ่ายโดยปกติอยู่ที่ 7 วัน แต่สารปรอทประเภท Methylmercury อาจต้องใช้เวลามากถึง 50 วันในการกำจัด

สารปรอทที่สะสมในไตนั้นมีค่าความเข้มข้นสูงกว่าอวัยวะอื่น ซึ่งปกติจะมีค่าครึ่งชีวิตของสารปรอทประเภท Mercuric ในไตอยู่ระหว่าง 60-90 วัน แต่หากสารปรอทสามารถผ่านเยื่อเส้นเลือดเข้าไปในสมอง (ซึ่งปรอทสามารถทำได้) อาจต้องใช้เวลานานหลายปีในการกำจัดปรอทออกจากสมอง ปริมาณของปรอทที่ดูดซึมขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ความเข้มข้นของสารพิษ และอุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งสารพิษเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและร่างกายในระหว่างระยะดูดซึม ปรอทสามารถสะสมในร่างกาย (bioaccumulative) อย่างไม่จำกัด กล่าวคือ ปรอทที่ถูกดูดซึมมาใหม่จะเพิ่มระดับของปรอทที่อยู่ในร่างกาย และจะก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ตามมา โรคพิษเรื้อรังสามารถเกิดขึ้นได้เมื่อสัมผัสกับปรอทระดับต่ำซ้ำๆ เป็นเวลานาน และจะมีอาการที่คล้ายคลึงกับไข้หวัด นอกจากนั้นแล้วปรอทยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิดโรคอัมพาต ความพิการทางประสาท โรคปัญญาอ่อน และการแท้งลูกของสตรีมีครรภ์

กรณีศึกษาที่ผ่านมามีมากมายนี้คือ การเสียชีวิตของศาสตราจารย์ด้านเคมีที่มีชื่อเสียงของมหาวิทยาลัย Dartmouth College ประเทศสหรัฐอเมริกา ในเดือนสิงหาคม ปี ค.ศ.1996 ซึ่งเสียชีวิตเนื่องจากพิษของสารปรอทประเภท Dimethylmercury ในระหว่างที่วิจัยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารปรอทและโปรตีนที่ซ่อมแซม DNA เป็นเรื่องน่าเศร้าเมื่อพบว่าท่านศาสตราจารย์ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านสารพิษที่เป็นพิษได้รับสารพิษภายในห้องทดลองเพียงไม่กี่หยดของ Dimethylmercury ซึ่งมีพิษร้ายแรง สารนี้ให้ผลรุนแรงถึงมือของเธอบริเวณและถูกดูดซึมเข้าผิวหนังของเธอภายในระยะเวลาเพียง 15 วินาที อาการที่เห็นนั้นไม่แน่ชัดและไม่ได้ออกสู่ภายนอก แต่หลังจากที่ท่านศาสตราจารย์สูญเสียสมรรถภาพในการทรงตัวและมีอาการพูดไม่ชัด เปล่งเสียงงูมงกุฏ (slurred speech) เธอจึงถูกนำตัวส่งโรงพยาบาล อีก 5 เดือนต่อมาผลจากการตรวจพบว่าเธอมีระดับสารปรอทในเลือดถึง 4,000 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าระดับความเป็นพิษถึง 114 เท่า โดยระดับความเป็นพิษของสารปรอทคือสูงกว่า 35 ไมโครกรัม/ลิตร โดยปกติค่านี้อยู่ระหว่าง 1-8 ไมโครกรัม/ลิตร

Numerous other Documented Cases

เหตุการณ์ที่ปรากฏเป็นข่าวจากผลของการได้รับพิษจากสารปรอท ได้แก่ คนงานในเหมืองทอง Klondike แคนาดา ประเทศแคนาดาได้รับสารพิษจากปรอท

กรณีชาวเปลิอกเป็นพิษที่เมืองบาสา ประเทศอิรัก สารปรอทประเภท Methylmercury ได้ถูกใช้ในการบำบัดชาวเปลิอกเพื่อป้องกันการนำเข้า แต่ชาวเปลิอกได้ถูกนโยบายและแจกจ่ายสู่ชาวบ้าน โดยมีรายงานผู้เจ็บป่วยมากกว่า 6,500 กรณีและมีอัตราการเสียชีวิตที่บันทึกไว้รวม 459 คน

คนงานเหมืองทองอีก 2 คน ทางภาคใต้ของประเทศไทยเสียชีวิตเนื่องจากสารปรอทที่อยู่ในเนื้อเหล็กได้ถูกปล่อยออกมา ได้รับไอพิษจากปรอทประเภท Mercuric oxide ทำให้เสียชีวิตภายในเวลาไม่กี่นาที

พนักงานล้างเรือขนส่งสินค้าในประเทศสิงคโปร์เสียชีวิต 4 คนเนื่องจากปรอทเป็นพิษ โดยสารปรอทได้ถูกปล่อยออกมาจากเนื้อเหล็ก ในขณะที่พนักงานเหล่านี้ถูกส่งลงไปไปถึงด้านล่างของเรือเพื่อทำการพ่นทรายก่อนที่จะมีการตรวจสอบ (inspection)

โรคมีนามาตที่เป็นกรณีโด่งดังในประเทศญี่ปุ่น จากการที่โรงงานในเมืองปลอยของเสียซึ่งมีสารปรอทหลงเหลือ ทำให้ปลาที่มีสารปรอทสูงและผ่านวงจรอาหารไปสู่คนชาวบ้านที่อาศัยอยู่บริเวณอ่าวมีนามาตได้รับพิษจากกรณีดังกล่าว

The International Published Acceptance Levels มาตรฐานสากลของระดับสารปรอทที่ยอมรับได้ฉบับมีดังนี้

สถานที่ทำงาน

- OSHA (สำนักงานบริหารความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน ประเทศสหรัฐอเมริกา) ระดับ Permissible Exposure Limit (PEL) = 100 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร
- NIOSH (สถาบันความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงานแห่งชาติ ประเทศสหรัฐอเมริกา) - ระดับ Time Weighted Average (TWA) = 50 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร หรือ 40 ชั่วโมงต่ออาทิตย์ โดยแบ่งเป็น 8 ชั่วโมงต่อวัน
- ACGIH (สมาคมผู้เชี่ยวชาญด้านพิษวิทยาของสหรัฐอเมริกา) - ระดับ TWA = 25 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร หรือ 40 ชั่วโมงต่ออาทิตย์ โดยแบ่งเป็น 8 ชั่วโมงต่อวัน ระดับ Short Term Exposure Limit (STEL) = 150 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตรภายใน 15 นาที

สถานที่อยู่อาศัย

- EPA (สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อม ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- ระดับที่ถือเป็นการกำหนดสุขภาพ = 1 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร

กรณีเครื่องสำอางทำให้มีข่าวในประเทศไทย ซึ่งได้รับการรายงานในสื่อเมื่อเร็วๆ นี้ เป็นการใช้น้ำสารปรอทประเภท Ammoniated mercury เพื่อปรับให้ผิวขาวขึ้น เมื่อใช้ในลักษณะครีมปรอทได้ซึมผ่านผิวหนังและนำไปสู่ความเป็นพิษขั้นร้ายแรง

วัคซีนไข้หวัด 2009 (H1N1) มีสาร Thiomersal ซึ่งเป็นสารกันบูดที่มีสารปรอทเป็นส่วนผสม สารนี้ได้ถูกะบวนการใช้งานในวัคซีนสำหรับเด็กแล้ว แต่ยังไม่มีการยืนยัน ผลเสียของสารพิษนี้อยู่ระหว่างการศึกษาริวิจัยและยังเป็นที่โต้เถียง

ยังมีเหตุการณ์อื่นๆ ที่น่าสนใจ แต่บทสรุปคือสารปรอทได้ถูกใช้งานอย่างแพร่หลายทั่วโลก ทั้งในภาคอุตสาหกรรมและภาคครัวเรือน ตัวอย่างอุปกรณ์เครื่องใช้ที่มีปรอทมีมากมาย อาทิเช่น มาตรการควบคุมปริมาณวัดความดันอากาศ วาล์วสอย จอ LCD สี ขึ้น (ใช้สำหรับทำให้พื้นผิวกันน้ำ) ปุ๋ย เครื่องสำอาง หลอดไฟ วิทยุ เครื่องเล่น (ทองและเงิน) ยารักษาโรค แบตเตอรี่ ปูนอุดฟัน เป็นต้น สิ่งที่น่าเป็นห่วงคือเราไม่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสารปรอทน้อยมาก

ประเทศไทยมีแหล่งกำจัดของเสียที่เป็นพิษที่ดีที่สุดแห่งหนึ่งของโลก แต่ไม่สามารถกำจัดสารปรอทได้เนื่องจากปรอทเป็นธาตุพื้นฐานของโลกวิธีการจัดการสารปรอทที่เหมาะสมคือ วิธี Encapsulation และการทำให้ปรอทอยู่ในสถานะเป็นกลางและไม่เป็นพิษ (inert) โดยไม่ต้องพึ่งพาการกำจัดในลักษณะฝังกลบ การทำให้สารปรอทอยู่ในรูปสารประกอบที่เสถียรนั้นจำเป็นต้องใช้สารเคมีและเทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งสามารถทำได้ภายในกระบวนการผลิตหรือระหว่างการซ่อมบำรุง ปัจจุบันมีเครื่องวิเคราะห์หรืออุปกรณ์ตรวจจับปรอทให้เลือกมากมาย ทั้งแบบพกพาและแบบติดตั้งถาวร ซึ่งสามารถช่วยในการตรวจจับปรอทภายในระบบที่มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนของสารปรอท และสามารถเตือนให้มาตรการการป้องกันที่เหมาะสม นอกจากนี้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสมัยใหม่ได้มีการพัฒนาอยู่ในระดับที่สามารถป้องกันสารปรอทและสารพิษอื่นๆ ได้ แม้กระทั่งในสภาพแวดล้อมที่มีสารพิษต่างๆ ปนเปื้อนรวมกันอยู่

Article info

ฉบับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ โดย นายสี ธนเศรษฐ์ ภูมิวิทย์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการป้องกันและจัดการพิษพิษภัย พิธีกร อดิศักดิ์ อดิวิเศษ จันทน์