TRACE ELEMENTAL SPECIES SEPARATION

SciSpec

Speciation คือ การตรวจวัดรูปแบบทางเคมีของธาตุในรูปแบบต่างๆ หรือที่เรียกว่า "สปีชีส์ของธาตุ" เช่น รูปแบบของธาตุโครเมียม (Cr) มีด้วยกันหลายรูปแบบ แต่รูปแบบที่มีการนำมาใช้ประโยชน์และส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ Cr (III) ซึ่งมีความจำเป็นต่อร่างกาย ขณะที่ Cr (VI) จะมีความเป็นพิษ และเป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic) โครเมียมสามารถเปลี่ยนรูปได้ง่ายขึ้นอยู่กับวิธีการเก็บ และสภาวะของการรักษาตัวอย่าง เช่น โครเมียมที่ปนเปื้อนในน้ำที่มีค่า pH ต่ำ สามารถเปลี่ยนรูปจาก Cr (VI) เป็น Cr (III) ได้ เนื่องจากการเพิ่มความสามารถในปฏิกิริยารีดอกซ์ (Redox) ขณะที่ค่า pH สูง จะทำให้ Cr (III) เกิดการตกตะกอนได้

สารหนู (As) มีทั้งในรูปแบบของอินทรีย์ เช่น arsenobetaine, dimethylarsinic acid และ arsenobetaine ซึ่งพบได้ในอาหารทะเล และรูปแบบอนินทรีย์ ซึ่งมีความเป็นพิษมากกว่า ได้แก่ asarsenite, As (III) และ arsenate, As (V) การตรวจระดับสารหนูในร่างกายใช้เป็นการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการทำงานที่ต้องสัมผัสสารหนูได้ โดยองค์กร ACGIH แนะนำให้ทำการตรวจระดับสารหนูในปัสสาวะ แต่ไม่แนะนำให้ทำการตรวจระดับสารหนูในเลือด เนื่องจากปกติแล้วสารหนูจะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายและถูกกำจัดออกไปอย่างรวดเร็ว ทำให้ระดับสารหนูในเลือดมักจะลดลงอย่างรวดเร็วหลังจากดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นค่าที่ตรวจได้จึงมักมีความผิดพลาดสูง นอกจากนี้ยังมีรูปแบบของอื่นๆ เช่นธาตุโบรมีน (Br) ซึ่งเกิดจากกระบวนการ Ozonation คือการเติมโอโซนเพื่อฆ่าเชื้อโรคในน้ำ ทำให้น้ำดื่มบริสุทธิ์ ซึ่งสามารถเกิดเป็นสารประกอบที่ก่อมะเร็งอย่างโบรเมต BrO_3^-) ได้ และยังมีรูปแบบของธาตุปรอท (Hg) ธาตุซีลีเนียม (Se) ธาตุดีบุก (Sn) และธาตุวานาเดียม (V)

Dionex IC PEEK Viper Fittings

การศึกษาหรือตรวจวัดรูปแบบทางเคมีของธาตุไม่ว่าจะเป็นตัวอย่างทางด้านอาหาร น้ำดื่ม ทางด้านคลินิก ทางด้านยา และอุตสาหกรรม มักจะใช้เทคนิคคู่ควบ (Hyphenated technique) ได้แก่ เทคนิคการแยกหรือเทคนิคทางโครมาโตกราฟี (Chromatography) เช่น LC, IC หรือ GC ร่วมกับเทคนิคการตรวจวัดอย่าง Inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS) เนื่องจากให้ผลการทดสอบที่มีประสิทธิภาพสูง มีความถูกต้อง เที่ยงตรง สะดวก และน่าเชื่อถือ โดยระบบการแยกสารแบบโครมาโตกราฟีต้องปราศจากไอออนรบกวน ซึ่งต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุส่วนที่สัมผัสกับของเหลวเป็น Polyether ether ketone (PEEK) ซึ่งปราศจากโลหะ เพื่อประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ธาตุที่มีลักษณะเป็นทั้งธาตุบริสุทธิ์และอยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์

Chromatography - ICP-MS

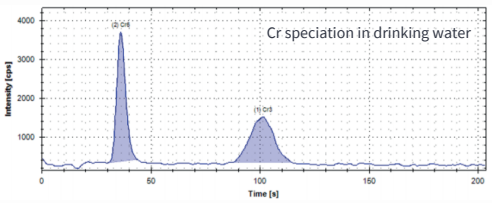
HPLC

ในการตรวจวัดรูปแบบของธาตุด้วยเทคนิค HPLC จะอาศัยหลักการ Reverse Phase โดยมีสารละลายบัฟเฟอร์ เป็นเฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phase) เช่น ในการตรวจวัดรูปแบบของสารหนู (As) จะใช้สารละลายฟอสเฟตเป็นบัฟเฟอร์ ซึ่งเป็นวิธีการที่ง่าย และให้ผลการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพพอสมควร อย่างไรก็ตามการใช้สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์เป็นหนึ่งในสาเหตุที่ทำให้ระบบ Cones Interface ในส่วนของ ICP-MS เกิดการเสื่อมสภาพได้ง่าย จำเป็นต้องมีการถอดทำความสะอาด หรือเพิ่มความถี่ในการเปลี่ยนอุปกรณ์มากยิ่งขึ้น หรืออาจต้องใช้ Cones ที่มีคุณสมบัติที่ทนต่อเมทริกซ์ที่ซับซ้อนได้ดีอย่าง Pt-tipped ซึ่งมีราคาสูง และในการตรวจวัดระยะยาวจะส่งผลต่อประสิทธิภาพของคอลัมน์ได้ เช่นเกิด sensitivity drop และ drift ของ Peak Retention Time (เวลาที่สารแต่ละชนิดใช้ในการเคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์) ซึ่งทำให้ต้องเปลี่ยนคอลัมน์ไวยิ่งขึ้น

IC-ICP-MS

เป็นเทคนิคการแยกด้วย Ion Chromatography โดยวัสดุส่วนที่สัมผัสกับของเหลวทั้งหมดปราศจากโลหะหรือแก้ว ไม่ว่าจะท่อนำของเหลว ส่วนของปั๊ม เข็มดูดจ่ายสาร ระบบวาล์ว และระบบฉีดสารอัตโนมัติ เพื่อให้ระบบปราศจากการรบกวนของไอออนทั้งหมด ซึ่งจะส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการแยกดี รวดเร็ว มีความจำเพาะของปฏิกิริยาสูง และสามารถทวนซ้ำได้ นอกจากนี้เทคนิค IC ยังให้การรบกวนที่ต่ำ (Background) สามารถแยกสารออกเป็น anion และ cation ซึ่งทำให้ anion ที่เป็นเมทริกซ์รบกวนไม่สามารถเข้าสู่ Mass spectrometer ได้

ในขณะที่**เทคนิค IC** เฟสเคลื่อนที่ (Mobile Phase) ในการทดสอบสารหนู (As) จะใช้สารละลายเจือจางของแอมโมเนียมคาร์บอเนต ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็น NO_2, H_2O และ CO_2 ในรูปของแก๊สทั้งหมดเมื่ออยู่ในพลาสมา ซึ่งจะไม่ไปอุดตันที่บริเวณ Cones ของเครื่อง ICP-MS และให้ลักษณะของพีคที่มีความแหลมคม (Sharp) ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของสารที่คงที่มากกว่า ส่งผลให้การทำซ้ำมีประสิทธิภาพดีในการตรวจวัดระยะยาว นอกจากนี้ยังทำให้คอลัมน์มีความคงทนยิ่งขึ้น สำหรับการตรวจวัดรูปแบบของโครเมียม (Cr) ด้วยเทคนิค IC-ICP-MS จะใช้สารละลายกรดไนตริกเป็นเฟสเคลื่อนที่ และใช้เพียง Guard column ชนิด anion (5 cm) เท่านั้นในการแยก Cr (III) และ Cr (VI) ทำให้การตรวจวัดทำได้อย่างรวดเร็ว ส่งผลให้สามารถเพิ่มปริมาณตัวอย่างที่ต้องการตรวจวัดได้มากขึ้น และด้วยอุปกรณ์ที่ปราศจากไอออนทั้งหมดในทุกส่วนของระบบทำให้ลดปัญหาโลหะปนเปื้อนที่อาจเกิดจากวัสดุได้เป็นอย่างดี



iCAP™ RQ ICP-MS Dionex™ ICS-6000

GC-ICP-MS / GC-HR-ICP-MS

คือการเชื่อมต่อระหว่าง Gas Chromatography (GC) และ Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS) หรือเชื่อมต่อด้วยระบบ ***GCI Series Interface*** ซึ่งถูกออกแบบให้สะดวกต่อการติดตั้ง สามารถติดตั้งระบบ Trace 1310 GC เพื่อเชื่อมต่อกับ Toch ของ iCAP RQ ICP-MS ได้ภายในเวลา 10 นาที และสามารถตั้งอุณหภูมิในการวิเคราะห์ได้ตั้งแต่ 50 °C จนถึง 375 °C เทคนิค GC-ICP-MS เหมาะสมกับการหารูปแบบของสปีชีส์ที่ระเหยได้ง่าย และมีปริมาณสารที่ต้องการทดสอบในระดับต่ำ (sub-ppt) เช่น การตรวจวัดรูปแบบของ

- สารประกอบ Organotin (Sn) ซึ่งมีทั้งรูปแบบที่เป็นสารประกอบอนินทรีย์ที่มีความเป็นพิษต่ำ และในรูปสารประกอบอินทรีย์ที่มีความเป็นพิษสูง เช่น Tributyltin (TBT), Tri-n-propyl Tin (TPT) และ Triphenyltin (TPhT)
- อนุพันธ์ alkylated ของปรอท (Hg) ซึ่งมีด้วยกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ 1) Metallic mercury หรือ elemental mercury ซึ่งเมื่อเข้าสู่ร่างกายในสภาวะที่เหมาะสม metallic mercury จะถูกแบคทีเรียที่อยู่ในทางเดินอาหารเปลี่ยนเป็นเกลือของ mercuric (Hg2+) และ mercurous (Hg+) ซึ่งดูดซึมผ่านระบบทางเดินอาหารได้ดี 2) รูปเกลือของสารประกอบอนินทรีย์ของปรอท (Salt Inorganic Mercury) และ 3) สารประกอบอินทรีย์ของปรอท (Organic Mercury)

iCAP™ RQ ICP-MS

TRACE 1310 GC

นอกจากนี้เราสามารถเชื่อมต่อเทคนิค GC เข้ากับ HR-ICP-MS อย่าง Multicollector (MC) ด้วยตัวตรวจวัดชนิด Faraday cup เพื่อหาอัตราส่วนไอโซโทป (Isotope ratio) ของธาตุต่างๆ ซึ่งสามารถบอกความแตกต่างของไอโซโทปได้อย่างแม่นยำ ตัวอย่างเช่น การตรวจวัดธาตุตะกั่ว (Pb) ปนเปื้อน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วตะกั่วที่ปนเปื้อนในวัสดุต่างๆ จะมีค่า Isotope ratio ไม่คงที่ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา และกระบวนการผลิต เช่นจากกระบวนการทางธรรมชาติเนื่องจากสภาพดินฟ้าอากาศ และด้านธรณีวิทยาที่ทำให้วัตถุเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ หรือจากการกระบวนการถลุง ดังนั้นการตรวจวัด Isotope ratio จะเป็นตัวบ่งชี้ได้เป็นอย่างดีว่าตะกั่วที่เกิดการปนเปื้อนนั้นมาจากแหล่งใด หรือการหา Isotope ratio ของธาตุซัลเฟอร์ (S) ในตัวอย่าง Crude oil เป็นต้น