



**TRACE ELEMENTAL AND
SPECIATION ANALYSIS
IN FOOD**



INTRODUCTION TO METAL ANALYSIS IN FOOD

การตรวจสอบธาตุและโลหะหนักปนเปื้อนปริมาณน้อยในอาหาร รวมถึง การหาสารในรูปแบบต่างๆ (speciation) ได้รับความสนใจทั่วโลก โดยโลหะ เป็นพิษที่ปะปนอยู่ในอาหาร สามารถพบได้ง่ายในโลกแห่งความก้าวหน้าของ อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากในภาค อุตสาหกรรมมักใช้โลหะหนักเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ พรอท ตะกั่ว สังกะสี โครเมียม แมงกานีส และแคดเมียม เป็นต้น นอกจากโลหะปนเปื้อนแล้ว ยังมี แร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกายที่ไม่สามารถสร้างเองได้ จำเป็นต้องได้รับจากอาหาร และน้ำดื่มที่มาจากดิน ในปัจจุบันมีอาหารเสริมแร่ธาตุที่อาจมาในรูปแบบของเกลืออ นินทรีย์หลายชนิดในหนึ่งเม็ด หรือแยกเป็นแร่ธาตุแต่ละชนิด ซึ่งการรับ ประทานแร่ธาตุในรูปแบบเกลืออนินทรีย์จะก่อให้เกิดผลข้างเคียง ดังนั้นการเลือก อาหารเสริมแร่ธาตุควรเลือกในรูปแบบคล้ายคลึงกับแร่ธาตุในธรรมชาติให้มากที่สุด

Elements typically analyzed in food samples

Essential, nutritional	Na, K, Mg, Ca, Cu, Fe, Zn
Essential, low level	Cr, Se, Mn, Co
Toxic, low level	As, Sb, Hg, Cd, Pb

ส่วนใหญ่สารหนูและสารประกอบของสารหนูนั้นมีความเป็นพิษร้ายแรง ก่อ ให้เกิดอาการต่อระบบร่างกายของมนุษย์แทบทุกระบบ เช่น ระบบทางเดิน อาหาร ระบบประสาท ระบบผิวหนัง ระบบหัวใจ และระบบหลอดเลือด หากได้ รับสารหนูในปริมาณสูงแบบเฉียบพลันสามารถทำให้เสียชีวิตได้ สารหนูปน เปื้อนได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เช่น ในดิน แหล่งน้ำ อาหาร ได้แก่ ข้าว อาหาร ทะเล ยาสูบกลอน บุหรี่ หรือสมุนไพรที่ไม่ได้มาตรฐาน สารประกอบอนินทรีย์ ของสารหนูจะมีความเป็นพิษมากกว่าสารประกอบอินทรีย์ของสารหนู สารหนู พบได้อยู่ 2 Valencies คือ แบบ Trivalent หรือ As (III) ซึ่งจะเรียก สารประกอบสารหนูพวกนี้ว่าอาร์เซไนต์ (Arsenite) และ แบบ Pentavalent หรือ As (V) ซึ่งจะเรียกสารประกอบสารหนูพวกนี้ว่าอาร์เซเนต (Arsenate) สารประกอบของสารหนูในรูปแบบ As (III) มักจะพิษมากกว่าในรูปแบบ As (V) จะเห็น ว่าสารหนูจัดว่าเป็นสารแปลกปลอมในร่างกาย ดังนั้นการตรวจระดับสารหนูใน ร่างกายสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในการทำงานที่ต้องสัมผัสกับสารหนู ได้

อาหารเป็นหนึ่งในปัจจัยสี่ที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ การบริโภคอาหารที่มีประโยชน์ มีคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วนเป็นสิ่งจำเป็น นอกจากนี้อาหารต้องมีความปลอดภัย ปราศจากสารปนเปื้อนของสารที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ดังนั้นผู้ประกอบการต้องให้ความสำคัญต่อกระบวนการผลิตและการควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหารก่อนส่งไปยังผู้บริโภค การตรวจวิเคราะห์สารปนเปื้อนปริมาณน้อยเป็นขั้นตอนหนึ่งของการควบคุมคุณภาพอาหาร ซึ่งจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์เชิงวิเคราะห์ที่มีความละเอียดสูง โดยธาตุและโลหะปนเปื้อนปริมาณน้อยในตัวอย่างจะถูกตรวจวัดด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectroscopy (AAs) หรือ Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) หรือ Inductively Coupled Plasma Mass spectrometry (ICP-MS) สำหรับการศึกษารูปแบบของธาตุ มักจะใช้เป็นเทคนิคคู่ควบ (hyphenated technique) ซึ่งจะเป็นการนำเอาเทคนิคการแยก และการตรวจวัดรวมเข้าด้วยกัน การใช้เทคนิคทางโครมาโตกราฟี (Chromatography) เชื่อมต่อกับ Inductively coupled plasma - mass spectrometry (ICP-MS) ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีความไวและความถูกต้องแม่นยำสูง

METAL ANALYSIS IN FOOD BY ICP-OES

ICP-OES เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุได้หลายธาตุพร้อมกัน (Simultaneous) โดยอาศัยการวัดการคายแสงของธาตุเมื่อได้รับพลังงานความร้อนจากพลาสมา ให้การทดสอบที่รวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำสูง เหมาะกับงานวิเคราะห์ที่หลากหลายทั้งโลหะที่เป็นพิษ ในสิ่งแวดล้อม น้ำดื่ม อาหาร และในอุตสาหกรรมต่างๆ Thermo Scientific™ iCAP™ Pro Series สามารถวัดการคายแสงของธาตุได้ 2 มุมมอง คือตามแนวแกนพลาสมา (axial view) ซึ่งเหมาะกับการหาปริมาณโลหะหนักปนเปื้อนปริมาณน้อย และแนวตั้งฉากกับพลาสมา (radial view) เหมาะกับการหาปริมาณแร่ธาตุในอาหาร การออกแบบของระบบแสง (optic) ที่มีขนาดเล็กทำให้การวิเคราะห์ทำได้อย่างรวดเร็วและประหยัดแก๊ส ในส่วนของระบบตรวจวัดชนิด CID เช่นเดียวกันกับในกล้องดิจิตอลชั้นสูง สามารถรับปริมาณแสงที่เปล่งจากธาตุครอบคลุมความยาวคลื่น 167 ถึง 852 นาโนเมตร



ANALYSIS OF ELEMENTAL CONTAMINANTS IN BEVERAGES USING THE THERMO SCIENTIFIC ICAP PRO X DUO ICP-OES



ROBUST SINGLE METHOD DETERMINATION OF MAJOR AND TRACE ELEMENTS IN FOODSTUFFS USING THE THERMO SCIENTIFIC ICAP PRO X DUO



ROBUST AND SENSITIVE MULTI-ELEMENT DETERMINATION IN VEGETABLE OIL USING ICP-OES



MULTIELEMENT ANALYSIS ACCORDING TO THE DIN EN ISO 11885:2009 METHOD REQUIREMENTS



Thermo Scientific™ iCAP™ Pro Series





METAL ANALYSIS IN FOOD BY ICP-MS

ICP-MS เป็นเครื่องมือประสิทธิภาพสูงสำหรับวิเคราะห์หาปริมาณธาตุทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ที่มีความรวดเร็วและมีความเที่ยงตรงสูง สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ในระดับต่ำ (ppm ถึง ppt) โดยอาศัยการวิเคราะห์มวลต่อประจุ (m/z) สามารถเชื่อมต่อกับเทคนิคอื่นในลักษณะ Hyphenated Technique ได้ เช่น HPLC-ICPMS, GC-ICPMS สำหรับงาน Speciation หรือ Laser ablation ICPMS, FFF-ICPMS

TOTAL ELEMENTAL ANALYSIS OF FOOD SAMPLES USING THE THERMO SCIENTIFIC ICAPTQ ICP-MS WITH AUTO-DILUTION



TOTAL ELEMENTAL ANALYSIS OF FOOD SAMPLES FOR ROUTINE AND RESEARCH LABORATORIES USING THE THERMO SCIENTIFIC ICAP RQ ICP-MS



FULLY AUTOMATED, INTELLIGENT, HIGH-THROUGHPUT ELEMENTAL ANALYSIS OF DRINKING WATERS USING SQ-ICP-MS



เครื่อง iCAP RQ ICP-MS แบบ Single Quadrupole เหมาะสำหรับตรวจวัดโลหะปนเปื้อนและแร่ธาตุในอาหาร เครื่องดัดแปลงด้วยโปรแกรมรองรับการตรวจวัดระบบคุณภาพ (QC) และโปรแกรม Reaction finder ช่วยเพิ่มความสะดวกและความถูกต้องแก่ผู้ใช้งานในการหาสภาวะที่เหมาะสมของเครื่องมือ

เครื่อง iCAP RQ ICP-MS สามารถเชื่อมต่อกับเทคนิค Ion Chromatography (IC) ในการวิเคราะห์รูปแบบของธาตุ (Speciation) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ



เครื่อง iCAP TQ ICP-MS แบบ Triple Quadrupole เหมาะสำหรับการตรวจวัดโลหะปนเปื้อนที่มีปริมาณต่ำมาก เช่น สารหนู (As) หรือ เซลีเนียม (Se) ในเมทริกซ์อาหารและเครื่องดัดแปลง เนื่องจากสามารถกำจัดตัวรบกวน (Interference) ได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยการเพิ่ม Quadrupole mass filter และการเลือกใช้ Reactive gas เช่น Oxygen และ Hydrogen ในการเพิ่มความจำเพาะ (Selectivity) โดยสามารถสลับโหมดการทำงานหรือเปลี่ยนชนิดของแก๊สใน Collision/Reaction Cell (CRC) ได้อย่างรวดเร็ว และให้ Low detection limits ทั้งในโหมด SQ, TQ On mass หรือ TQ Mass shift





SPECIATION

การศึกษารูปแบบทางเคมีของธาตุ ได้แก่ สารหนู (As) โบรมีน (Br) โครเมียม (Cr), ปรอท (Hg) และ เซลิเนียม (Se) มักจะใช้เทคนิค Hyphenated อย่างเทคนิคการแยก และการตรวจวัดรวมเข้าด้วยกัน การใช้เทคนิคทางโครมาโตกราฟีเชื่อมต่อกับ Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry (ICP-MS) นิยมใช้เป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์รูปแบบของธาตุได้อย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากให้ผลที่มีความถูกต้อง เทียบตรง สะดวก และน่าเชื่อถือ โดยเทคนิคการแยกสารแบบโครมาโตกราฟีนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ระบบที่ปราศจากไอออนรบกวน เพื่อประสิทธิภาพในการวิเคราะห์ธาตุที่มีลักษณะเป็นทั้งธาตุบริสุทธิ์และอยู่ในรูปสารประกอบอนินทรีย์ โดยเทคนิคทางด้านโครมาโตกราฟีของเหลว ที่ถูกนำมาใช้จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนวัสดุส่วนที่สัมผัสกับของเหลวให้ปราศจากโลหะหรือแก้วทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของปั๊ม เข็มดูดจ่ายสาร ระบบวาล์ว ระบบฉีดสารอัตโนมัติ มิใช่เพียงแค่การเปลี่ยนท่อของเหลวเป็นพลาสติกชนิด PEEK เท่านั้น เพื่อให้ระบบปราศจากการรบกวนของไอออน ซึ่งจะส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการแยกดี รวดเร็ว และสามารถทวนซ้ำได้ เครื่องโครมาโตกราฟีในลักษณะนี้เรียกว่า Ion Chromatography (IC) โดยเทคนิค IC เมื่อเทียบกับ LC จะให้ความจำเพาะของปฏิกิริยาที่มากกว่า นอกจากนี้เทคนิค IC สามารถแยกสารแบบไอออนบวกและไอออนลบได้ ซึ่งทำให้เมทริกซ์รบกวนที่มีประจุต่างกันไม่สามารถเข้าสู่แมสสเปคโตรมิเตอร์ได้



Speciation Applications Summary Ion Chromatography - Trace Elemental Species Separation and Detection



Speciation of Bromine Compounds in Ozonated Drinking Water using Ion Chromatography and Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry



IC-ICP-MS speciation analysis of As in apple juice using the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS



Speciation analysis of Cr (III) and Cr (VI) in drinking waters using anion exchange chromatography coupled to the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS



iCAP™ TQ



Aquion™ IC



Integriion™ HPIC



ICS-6000™ HPIC



SAMPLE PREPARATION

การเตรียมตัวอย่าง ถือว่าเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากโอกาสที่จะเกิดความผิดพลาดที่อาจเกิดจากการสุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน การปนเปื้อน การระเหยเป็นไอ หรือการเปลี่ยนรูปแบบของธาตุมีสูงมากกว่าขั้นตอนอื่น ๆ การเตรียมตัวอย่างควรเลือกวิธีในการเตรียมตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพ สามารถกำจัดสารอินทรีย์ และสามารถคงสภาพของธาตุหรือรูปฟอร์มดั้งเดิมของธาตุไว้ได้ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะนิยมใช้กรดไนตริก (HNO_3) เพราะไม่ทำให้เกิดเกลือของโลหะที่ไม่ละลายน้ำ และสามารถใช้ร่วมกับกรดชนิดอื่น เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ไฮโดรคลอริก (HCl) เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยสารอินทรีย์ ซึ่งการเลือกชนิดของกรดจะขึ้นกับเมทริกซ์ของตัวอย่าง สำหรับการเปลี่ยนรูปแบบของธาตุอาจเกิดขึ้นได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของค่า electro-potential หรือ ค่า pH วิธีการสกัดตัวอย่างที่นิยมใช้ ได้แก่ เทคนิคการเตรียมแบบเปียกด้วยกรด (Wet digestion) เทคนิคการเปลี่ยนตัวอย่างให้เป็นเถ้า (Dry ashing) เทคนิค Block digestion และเทคนิค Microwave digestion ซึ่งวิธีการสกัดอาจไม่สามารถใช้ได้ครอบคลุมในตัวอย่างทุกเมทริกซ์ เช่น หากมีการใช้ trifluoroacetic acid (TFA)/alkaline solubilization ในการสกัด รีเอเจนต์ตัวนี้จะส่งผลต่อการเปลี่ยน oxidation state ของสารหนูอนินทรีย์ที่สกัดออกมาได้ โดย As(V) ถูกรีดิวซ์เป็น As(III) ทั้งนี้เทคนิคในการเตรียมตัวอย่างอาหารสามารถอ้างอิงได้จากวิธีมาตรฐาน อาทิ AOAC, ISO, APHA และ EPA นอกเหนือจากวิธีการย่อยและเตรียมตัวอย่างอย่างที่เหมาะสมแล้ว ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจำเป็นต้องมีการทำ Quality Control เพื่อประกันคุณภาพของวิธีการวิเคราะห์ ซึ่งรวมถึง Contamination Control, การทำ Method blank, การทำ Spiked test การทำซ้ำ และการใช้ CRM หรือ SRM ที่เหมาะสมด้วย



THERMO SCIENTIFIC™ BLOCK HEATER





PORTFOLIO ELEMENTAL ANALYSIS

ICE3000™ SERIES ATOMIC ABSORPTION SPECTROMETER

Atomic absorption spectrometer (AAs) คือเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยอาศัยการดูดกลืนแสงของอะตอมอิสระของธาตุเมื่อถูกกระตุ้นด้วยพลังงานความร้อนจากเปลวไฟ (Flame) หรือกระแสไฟฟ้า (Graphite Furnace) สามารถใช้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะได้มากถึง 70 ธาตุ มีความถูกต้อง แม่นยำ จำเพาะเจาะจง และมีความไวสูง (sensitivity)



ICE3300 FLAME AAS



ICE3500 FLAME AAS

- ใช้ระบบทางเดินแสงคู่ (Stockdale Double Beam)
- สามารถเลือกใส่หลอดกำเนิดแสงได้สูงสุดถึง 6 หลอด
- burner ขนาด 5 cm สามารถใช้ได้กับทั้งเปลวไฟ Air-Acetylene และ Nitrous-Acetylene ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนหัว burner ทำให้สะดวกต่อการวิเคราะห์
- ระบบลีดคปรตู่หน้า ป้องกันอันตรายจากไฟบน Burner รวมถึงระบบ Interlock ที่ดับไฟอย่างทันที่
- มีระบบการตัดสัญญาณรบกวนทั้งแบบ Deuterium Background Correction และ Zeeman Background Correction
- เปลี่ยนระบบการวิเคราะห์จากเทคนิค Flame atomizer เป็น Graphite atomizer ได้โดยอัตโนมัติจากโปรแกรม โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ของตัวเครื่อง



Cadmium Determination in Crab Meat using Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy



Accurate analysis of low levels of mercury in fish by vapor generation atomic absorption spectrometry



Accurate analysis of low levels of mercury in fish by vapor generation atomic absorption spectrometry



ORGANIC ELEMENTAL ANALYSIS (OEA)

FlashSmart เป็นเครื่องมือวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอินทรีย์ ได้แก่ C H N S และ O ในตัวอย่างทั้งของแข็งและของเหลว โดยอาศัยหลักการเผาไหม้ตัวอย่างภายใต้บรรยากาศของฮีเลียม ให้ผลการวิเคราะห์ที่มีความรวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างต่อเนื่องได้โดยการเพิ่มเครื่องป้อนตัวอย่างอัตโนมัติ (Autosampler) เพื่อรองรับปริมาณตัวอย่างที่มากขึ้น ซอฟแวร์ในการควบคุมเครื่องมือและการประมวลผลใช้งานง่าย รองรับการทำงานในด้านต่างๆ เช่น ปิโตรเคมี สิ่งแวดล้อม อาหาร อาหารสัตว์ และเครื่องดื่ม ตัวเครื่องสามารถปรับเปลี่ยนเพื่อให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน



- FLASHSMART CHN
- FLASHSMART CHNS
- FLASHSMART CHN/O
- FLASHSMART CHNS/O
- FLASHSMART N/PROTEIN
- FLASHSMART NC SOIL

DISCRETE PHOTOMETRIC ANALYZER (DIA)

เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์พารามิเตอร์ต่างๆ ในตัวอย่าง อาทิ การหาปริมาณกรดอินทรีย์ในผัก ผลไม้ การหาปริมาณน้ำตาล แอลกอฮอล์ หรือการวิเคราะห์หาปริมาณ SULFITE ในกระบวนการผลิตไวน์ เป็นต้น ด้วยระบบการจัดการที่ชาญฉลาดของเครื่อง จึงช่วยลดขั้นตอนการจัดลำดับการวิเคราะห์ที่หลากหลายพารามิเตอร์ได้อย่างง่ายดาย เพียงแค่ใส่ตัวอย่าง เลือกวิธีวิเคราะห์ และสั่งให้เครื่องทำงานใน 3 ขั้นตอนเท่านั้น

เครื่อง DISCRETE PHOTOMETRIC ANALYZER ได้รับการรับรองด้วยวิธีมาตรฐาน ISO15923-1 รวมทั้งสารมาตรฐานได้รับการรับรองจาก NIST ทำให้เครื่องรองรับการเข้าระบบ ISO 17025 และสามารถสืบทอดกลับตามหลักของระบบมาตรฐานได้ทุกกระบวนการ



THERMO SCIENTIFIC™ GALLERY SERIES

สอบถามรายละเอียดและติดตามกิจกรรมของทางบริษัทได้ที่



บริษัท ชายนี สเปค จำกัด
เลขที่ 10 ซอยกาญจนาภิเษก 0010 แยกสอง
แขวงบางแค เขตบางแค กรุงเทพฯ 10160
TEL : (66) 2 454-8533



WWW.SCISPEC.CO.TH



/SCISPEC



CRM@SCISPEC.CO.TH



@SCISPEC