

การทดสอบหาปริมาณนิกเกิลในปัสสาวะด้วยเทคนิค ICP-MS

ผู้จัดทำ: กานติมา สิทธิเหล่าถาวร, รพีพร สุนทรปฏิบัติ

บทนำ

นิกเกิล(Nickel,Ni) จัดเป็นเกลือแร่ปริมาณน้อยที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย สามารถพบได้ในอาหารทั่วไปเช่น ซีเรียล ข้าว ธัญพืช และในอาหารทะเลและยังพบได้ในอุตสาหกรรมต่างๆ และ อุปกรณ์ที่ใช้ในครัวเรือนเช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า หม้อหุงข้าวไฟฟ้า เตapotไฟฟ้า เป็นต้น โดยส่วนใหญ่ นิกเกิลจะถูกใช้ประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมมากกว่า เนื่องจากมีประโยชน์ทางโภชนาการน้อยมากเมื่อเทียบกับแร่ธาตุอื่นๆ หน้าที่ของนิกเกิลเป็นตัวกระตุ้นเอนไซม์บางชนิด และเกี่ยวข้องกับการเผาผลาญน้ำตาลในร่างกาย เป็นปัจจัยของฮอร์โมน ไชมัน ทำให้ RNA และ DNA คงสภาพ ถ้าขาดเกลือแร่ นิกเกิลจะทำให้ตับแข็ง ทำให้การดูดซึมของลำไส้บกพร่อง และไตทำงานได้ไม่เต็มที่ ไตเป็นอวัยวะที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของนิกเกิลในร่างกาย ถ้ามีนิกเกิลมากเกินไปจะทำให้กล้ามเนื้อหัวใจตาย นิกเกิลส่วนมากจะขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระ โดยในปัสสาวะควรมี นิกเกิลไม่เกิน 30 ไมโครกรัมต่อกรัมของครีอะตินีน

การเตรียมสารมาตรฐานและตัวอย่าง

1. สารมาตรฐาน Ni ความเข้มข้น 1 µg/L เตรียมจากสารมาตรฐาน Ni ความเข้มข้น 1000 mg/L ใน 0.1% HNO₃
2. สารละลายสำหรับกราฟมาตรฐานความเข้มข้น 0, 0.5, 1, 3 ,5, 10, 20 ,40 และ 80 µg/L ถูกเตรียมด้วยเทคนิค Matrix match โดยเตรียม Ni ใน base urine ที่ผ่านการปั่นเหวี่ยงและเจือจางแล้ว 10 เท่า
3. ตัวอย่างปัสสาวะ และ RM ClinCheck[®] - Control นำไปปั่นเหวี่ยง จากนั้นนำมาเจือจางด้วย 0.1% HNO₃ 10 เท่า และกรองผ่านเมมเบรนขนาด 0.25 µm ชนิดไนลอนหรือเซลลูโลสอะซิเตท
4. Ge ความเข้มข้น 20 µg/L ใช้เป็นสารมาตรฐานภายใน (ISTD)
5. สารละลายล้างประกอบด้วย 5% HNO₃ and 0.5 % (m/v) Triton X-100

เครื่องมือในการวิเคราะห์

ICP-MS รุ่น iCAP RQ ผลิตภัณฑ์ Thermo Scientific ประเทศสหรัฐอเมริกา ประกอบด้วย Collision/Reaction cell ชนิด Flatpole ทาหน้าที่กำจัดตัวรบกวนชนิดโพลีอะตอมมิก ด้วยระบบการคัดกรองไอออนตามระดับพลังงาน (Kinetic Energy Discrimination, KED) โดยภายใน Collision cell ออกแบบให้มีปริมาตรภายในน้อย สามารถสลับโหมดและใช้งานได้อย่างรวดเร็วหรือเปลี่ยนชนิดของแก๊สใน Collision cell ได้ภายในเวลาน้อยกว่า 10 วินาที



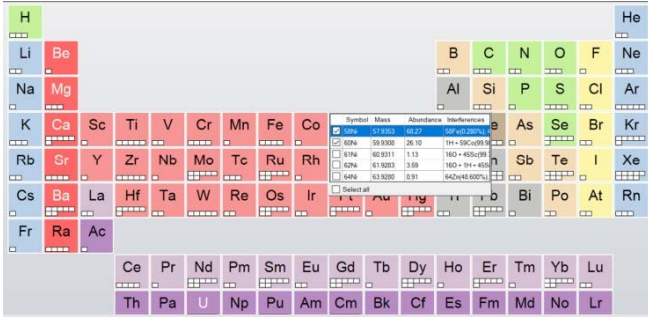
รูปที่ 1 แสดงเครื่อง ICP-MS รุ่น iCAP RQ

พารามิเตอร์	Value
Pump Tubing	Viton [®]
Spray Chamber	Quartz, Cyclonic 27°C
Nebulizer	Miramist
Injection	Quartz; 2.5 mm
Interface	Ni Cone with High Matrix Insert
RF Power	1,550 W
Cool Gas	14 L/min
Aux Gas	0.8 L/min
Neb Gas	1.08 L/min
KED Gas	Helium, 4.35 mL/min
Dwell time	0.1 s

ตารางที่ 1 แสดงการตั้งค่าการวิเคราะห์

ผลการทดสอบ

โปรแกรมที่ใช้ควบคุม และแสดงผลการวิเคราะห์ มีชื่อว่า Qtegra™ โดยในขั้นตอนที่ทำการเลือกสัญญาณของไอโซโทปที่ต้องการวิเคราะห์ จะแสดง Relative Abundance ของแต่ละไอโซโทปสำหรับธาตุที่มีจำนวนไอโซโทปมากกว่า 1 ชนิด รวมถึงความเป็นไปได้ที่จะมีสัญญาณรบกวนที่มาจากไอโซโทป หรือโพลิอะตอมมิกอื่น ๆ ในตัวอย่าง ช่วยให้การเลือกความยาวคลื่นของธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ทำได้ถูกต้อง ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แสดงโปรแกรม Qtegra™

Possible interferences for 58Ni

Symbol	Mass	Abundance
58Fe	57.9333	0.280
40Ar + 18O	57.9615	0.199
12C + 46Ti	57.9526	7.912
16O + 1H + 41K	57.9646	6.713
1H + 57Fe	57.9432	2.200
14N + 44Ca	57.9586	2.078
13C + 45Sc	57.9593	1.100
16O + 42Ca	57.9535	0.645
18O + 40Ca	57.9618	0.194
16O + 3H + 39K	57.9746	0.000
17O + 2H + 39K	57.9769	0.000
18O + 1H + 39K	57.9707	0.186
115In++	57.4514	95.700
116Sn++	57.9503	14.530
116Cd++	57.9518	7.490
115Sn++	57.4511	0.360

Close

รูปที่ 3 แสดงสัญญาณรบกวนของ 58Ni

Possible interferences for 60Ni

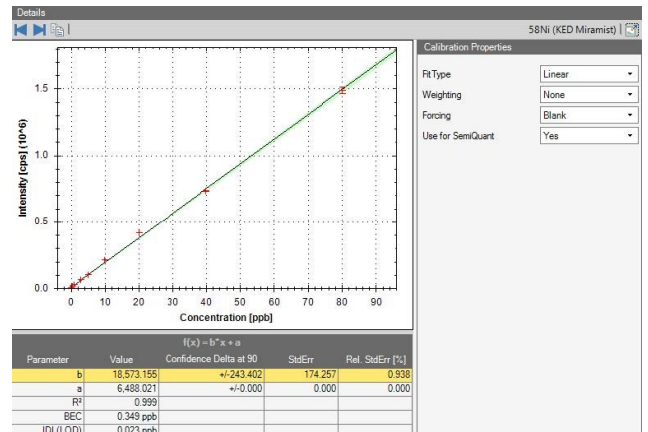
Symbol	Mass	Abundance
1H + 59Co	59.9410	99.985
40Ar + 20Ne	59.9548	90.148
12C + 48Ti	59.9479	72.988
14N + 46Ti	59.9557	7.971
16O + 44Ca	59.9504	2.081
15N + 45Sc	59.9560	0.366
36Ar + 24Mg	59.9526	0.266
12C + 48Ca	59.9525	0.185
16O + 1H + 43Ca	59.9615	0.135
120Sn++	59.9506	32.590
119Sn++	59.4511	8.580

Close

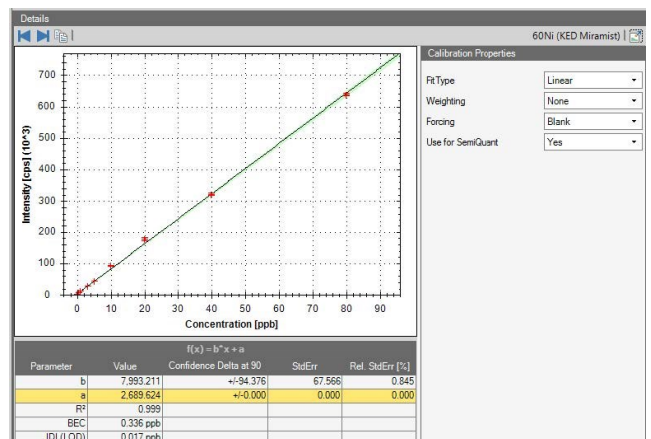
รูปที่ 4 แสดงสัญญาณรบกวนของ 60Ni

ธาตุ	ไอโซโทป	#สารมาตรฐาน	ความเข้มข้น (µg/L)
Ni	58,60	1	0.5
		2	1
		3	3
		4	5
		5	10
		6	20
		7	40
		8	80
Ge	70	ISTD	20

ตารางที่ 2 แสดงความเข้มข้นของสารมาตรฐานและISTD



รูปที่ 5 แสดงเส้นกราฟมาตรฐานของ 58Ni



รูปที่ 6 แสดงเส้นกราฟมาตรฐานของ 60Ni

จากการสร้างกราฟมาตรฐานในโหมด KED ของธาตุ Ni แสดงดังรูป 3 สามารถหาค่า MDL ของการทดสอบ Ni ในตัวอย่างปัสสาวะ ได้ดังตารางที่ 3

ไอโซโทป	ธาตุ	R ²	MDL (µg/L)	BEC (µg/L)
58	Ni	0.999	0.023	0.349
60	Ni	0.999	0.017	0.336

ตารางที่ 3 แสดงค่า MDL และ BEC ของ Ni ทั้งสองไอโซโทป

การทดสอบในครั้งนี้จะเลือกใช้ไอโซโทป ⁶⁰Ni เนื่องจากให้ค่า MDL และ BEC ที่ต่ำกว่า โดยการทดสอบตัวอย่างสาร Reference Material (RM) จะทดสอบจำนวน 3 ซ้ำ และจะมีการทำ QC Check ทุกๆ 10 ตัวอย่าง

ตัวอย่าง	ค่าที่วัดได้ (µg/L)	ค่า Certified (µg/L)
RMI	3.544	2.59 - 3.88
RM II	30.320	23.7 - 35.5

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบ RM ClinCheck® - Control ในหน่วย µg/L

RM I 3.24 (2.59-3.88)	3.588	3.544
1	3.545	3.596
2	3.592	3.515
3	3.629	3.520
Mean:	3.588	3.544
RSD [%]:	1.2	1.3
SD:	0.0	0.0

รูปที่ 4 แสดงข้อมูลการวัด 3 ซ้ำและค่าความเข้มข้นที่วัดได้ของ RM I โดยช่องซ้ายมือคือ ⁵⁸Ni และขวามือคือ ⁶⁰Ni

RM II 29.6(23.7-35.5)	30.698	30.320
1	30.972	29.791
2	29.908	30.269
3	31.213	30.902
Mean:	30.698	30.320
RSD [%]:	2.3	1.8
SD:	0.7	0.6

รูปที่ 5 แสดงข้อมูลการวัด 3 ซ้ำและค่าความเข้มข้นที่วัดได้ของ RM II โดยช่องซ้ายมือคือ ⁵⁸Ni และขวามือคือ ⁶⁰Ni

สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบธาตุนิกเกิล (Ni) ในตัวอย่างปัสสาวะด้วยเครื่อง iCAP RQ ICP-MS ผลิตภัณฑ์ Thermo Scientific ที่มีประสิทธิภาพสามารถทดสอบโลหะหนักในระดับ ng/mL ในตัวอย่างปัสสาวะได้เป็นอย่างดี โดยให้ค่า Method Detection Limit, MDL เท่ากับ 0.017 µg/L, %RSD ในการทดสอบตัวอย่างปัสสาวะน้อยกว่า 5 % และผลการทดสอบ RM ทั้งสองตัวอย่างอยู่ในช่วง Certified นอกจากนี้ ยังแสดงให้เห็นถึงการทำงานของโปรแกรม Otegra ที่สะดวกต่อผู้ใช้งานอีกด้วย

ติดตามแอปพลิเคชันอื่น ๆ ได้ที่ <https://www.scispec.co.th>



บริษัท ชายน์ สเปค จำกัด
10 กาญจนภิเษก ซอย 0010 แยกสอง
เขตบางแค กทม. 10160
โทร 02-454-8533



/scispec



@scispec

ThermoFisher
SCIENTIFIC