

樂盟季刊

Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS 在放流水金屬檢測的應用

關鍵字

放流水、土壤汙染、IRMS、食米重金屬檢測

本期內容

- Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS在放流水金屬檢測的應用
- Thermo Scientific 7000 Series ICP-OES在土壤重金屬檢測的應用
- Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS在食米重金屬檢測的應用
- Thermo Scientific Delta V 同位素比值質譜儀及其應用
- 樂盟科技與靜宜大學化學系學用合一研討會

Reed的話

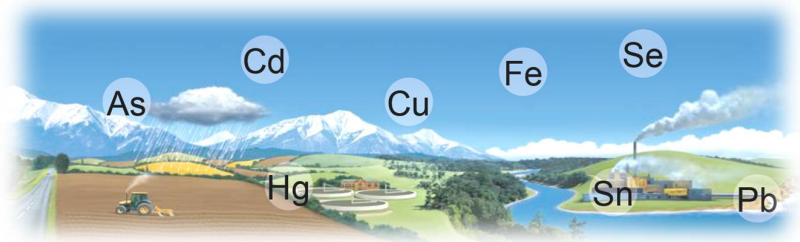
我們一生，會有太多的際遇，選擇，方向，不容易知道真正的去處。個人的一些體會與大家分享：

算命先生說，
一命，二運，三風水，四積德，五讀書。

牛頓的力學說，
第一定律-靜著恆靜，動著恆動。
如一命，二運，生下來的結果是固定的。

第三定律-作用力等於反作用力。
如三風水，四積德，那些沒有外力的作用力，其實結果是無效的用力。

第二定律- $F=ma$ 。
五讀書，只有憑藉外在且方向對的外力才可以得到加速度，進而加速我們的人生。



前言

科技發展、資訊快速流通與知識水平提升的效應下，人們不再只關注自身溫飽與否的問題，更行伸為如何健康的生活並且與自然和平共處，環境保護便成為工商業發展下不可忽視的重要課題。為降低工業生產可能造成的環境汙染，我國環保署訂立多項法規，例如放流水標準或土壤汙染監測標準等，並會因應時事和參考國際法規，與國內專家學者研議對國內的管制標準的修訂。

工業製程排放的放流水受到環保署的規範，因此在排放前需要進行檢測以確保符合法規的要求。即時且快速的檢測方式為水質檢測的基本要求，Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS提供快速分析的技術，僅需一個方法就能將八種重金屬進行分析，在後續的文章中展現了iCAP Q優異的分析性能。土壤的檢測項目適合以Thermo Scientific iCAP 7000 Series ICP-OES進行快速檢測，有別於AA線性範圍短且僅能於同一時間進行單一元素分析，ICP-OES對於土壤中不同元素與濃度能一次性快速且準確的分析，不論是應用於環境檢測或是學術研究上都是有相當有利的設備。

農產品的生產與所栽種的環境息息相關，或許我們沒有辦法一一對入口的食物鉅細靡遺的深入調查，但我們可藉由認證的檢測單位來替我們把關。本期期刊特別將市面上販售的數種包裝米帶回我們的實驗室，檢測日常食米的重金屬含量是否安全合乎法規。即便法規的檢驗限量逐漸下修，iCAP Q高感度與容易操作的特性都能滿足現在與未來的變化趨勢。Thermo Scientific Delta V 同位素比值質譜儀(IRMS)能敏銳的鑑別同位素比值，如同指紋般真切地辨別農產品真偽的差異，保障高價位農產品的價值，並展現IRMS不可取代的特性。

本期季刊內容呈現無機分析儀器中多方面的應用實例，同時也要感謝客戶對我們的要求與信任，成為我們不斷進步的動力。樂盟隨時敞開大門歡迎客戶，一起為經濟發產努力與進步，若有任何需求歡迎隨時與我們聯繫。

Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS

在放流水金屬檢測的應用

應用工程師 連凱莉
Email: kellylien@joytech.com.tw



繼科技、石化等產業後，環保署對於化工業放流水標準修訂更為嚴謹的管制標準，包含了降低管制濃度，並且新增氮、14項有機物以及2項重金屬(鉍和鉍)的管制項目，預計於103年7月實施。此修訂主要是考量化工業放流水中可能含致癌性較高之有機化合物，而部分製程使用之特定重金屬亦可能進入水體造成污染，水中污染物會透過飲用水或污染農業用地而影響人體健康，因而以更為嚴謹的標準限制放流水的排放。

工業排放中有害重金屬會嚴重影響人體健康，例如砷會引起烏腳病、鉻會誘發多種癌症、鎘會造成痛痛病、汞會造成水俣病症等等。現今放流水中總汞和鎘管制標準分別是0.005和0.03 ppm，砷和鉛管制標準分別是0.5和1 ppm，鎳和總鉻的管制標準分別是1和2 ppm，銅和鋅的管制標準分別是3和5 ppm。因此本篇利用Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS，分析放流水中八種重金屬(鉻、鎳、銅、鋅、砷、鎘、汞及鉛)的含量。

儀器設定與實驗方法

1. 儀器設定

本實驗使用 Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS 分析放流水中八種重金屬(鉻、鎳、銅、鋅、砷、鎘、汞及鉛)的含量。電漿瓦數設定為1550W，分析模式為KED，若樣品含有Cl可利用氬氣有效地將⁴⁰Ar³⁵Cl對⁷⁵As的干擾去除，通入氬氣後仍保有高感度，可用同一模式分析所有元素，更節省分析時間。本實驗儀器參數設定如表一。

表一、儀器參數設定

Parameter	Value
Instrument	Thermo iCAP-Q
Forward power	1550 W
Mode	KED
Cone type	Ni
Injector	Quartz 2.5 mm ID
Spray chamber	Quartz
Nebulizer	Quartz
Nebulizer gas flow (L/min)	1.02
Spray chamber temperature (°C)	2.7
He cell gas flow (ml/min)	4.2

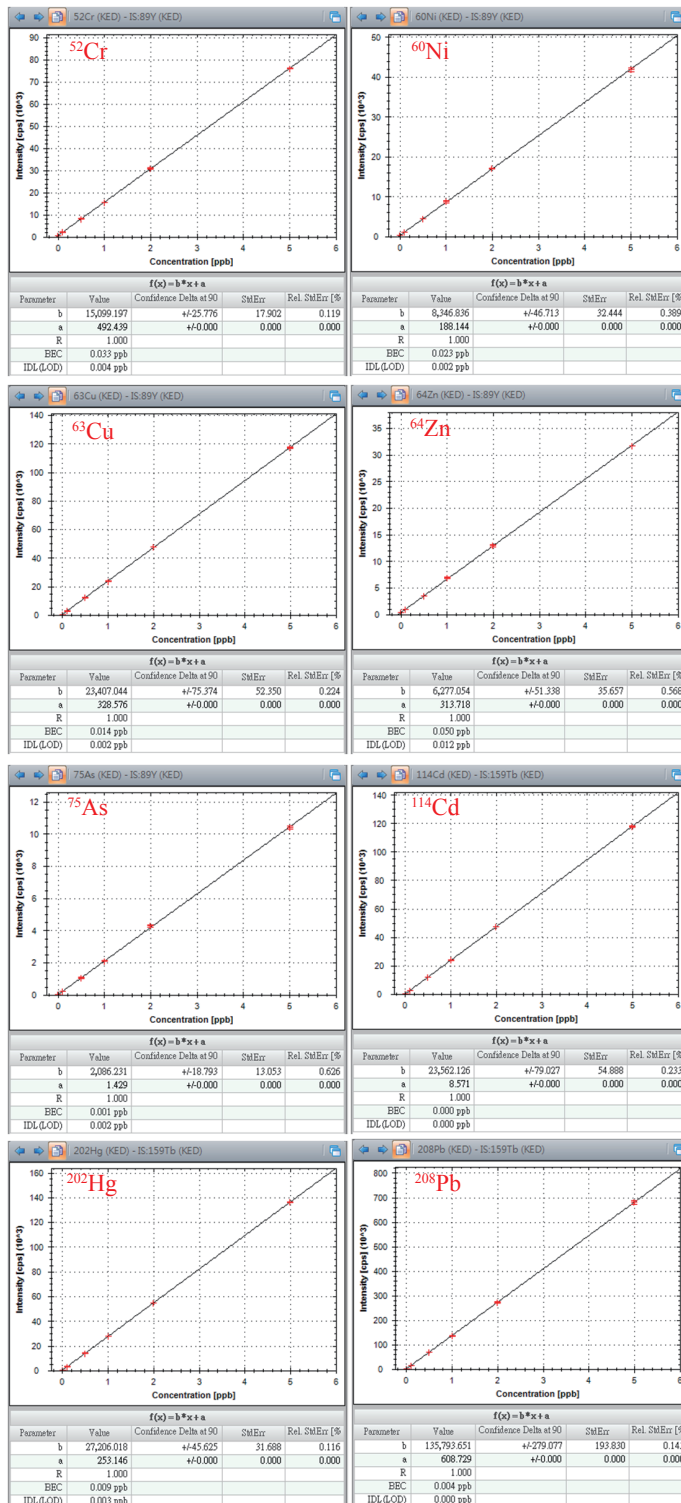
2. 實驗方法

由客戶提供的兩個放流水樣品以1% HNO₃稀釋100倍及10倍上機，另外購買SRM 1643e (Trace Elements in Water)來驗證實驗方法，同樣以1% HNO₃稀釋10倍上機。另外樣品及檢量線加入1 ppb Y和Tb 作為內標修正。

實驗數據及結果

1. 檢量線線性

本實驗以同一種模式(KED)分析放流水中重金屬，檢量線濃度範圍為0、0.1、0.5、1、2、5 ppb，所得結果檢量線線性皆大於0.999，具有良好的線性，如圖一。



圖一、檢量線圖

2. 偵測極限

八個元素的儀器偵測極限(IDL)約為0.001~0.012 ppb之間，方法偵測極限約為0.01~1.2 ppb之間，此儀器的偵測極限很低，能偵測到sub ppb 甚至更低濃度的樣品，結果如表二。

表二、各元素儀器與方法偵測極限值

Element	IDL (ppb)	MDL (ppb)
52Cr	0.004	0.04
60Ni	0.002	0.02
63Cu	0.002	0.20
64Zn	0.012	1.20
75As	0.002	0.02
114Cd	<0.001	<0.01
202Hg	0.003	0.03
208Pb	<0.001	<0.01

3. 樣品實際濃度

表三為此次分析放流水實際濃度，Cu和Zn含量最高約為0.2 ppm，管制標準值分別為3和5 ppm，Ni含量約為0.015~0.024 ppm，管制標準為1 ppm，其他元素(Cr、As、Cd、Hg和Pb)含量最低約為個位數ppb，所有元素皆符合放流水管制標準。樣品重覆性測試RPD(相對差異百分比)值小於5%以下，結果顯示有良好的重覆性，如表四。

表三、放流水實際樣品濃度

Element	Sample-1 (ppm)	Sample-2 (ppm)	管制濃度 (ppm)
52Cr	0.001	0.002	2
60Ni	0.024	0.015	1
63Cu	0.214	0.206	3
64Zn	0.208	0.194	5
75As	0.002	0.002	0.5
114Cd	N.D	N.D	0.03
202Hg	0.002	0.001	0.005
208Pb	0.002	0.003	1

表四、放流水樣品重覆性測試

Element	Sample-1 (ppb)	Sample-2 (ppb)	RPD (%)
52Cr	0.148	0.149	1.2
60Ni	2.370	2.371	0.1
* 63Cu	2.115	2.173	2.7
* 64Zn	2.056	2.114	2.8
75As	0.154	0.155	0.7
114Cd	0.012	0.013	4.0
202Hg	0.166	0.158	4.7
208Pb	0.183	0.176	3.8

*Cu, Zn 稀釋100倍，其他元素稀釋10倍

4. 樣品添加回收率及SRM 1643e實測值

表五為放流水樣品添加1 ppb(Cr、Ni、As、Cd、Hg和Pb)以及2 ppb(Cu和Zn)回收率的測試值，所有元素回收率介於90~110%之間。表六為SRM 1643e 實測值與認證值，結果顯示量測值皆在認證值的範圍內，顯示此實驗方法有良好的測試結果。

表五、樣品添加回收率

Element	Sample-1 (ppb)	Sample-1+Spicke (ppb)	Recovery (%)
52Cr	0.148	1.238	109
60Ni	2.370	3.451	108
* 63Cu	2.144	4.244	105
* 64Zn	2.085	4.221	107
75As	0.155	1.171	102
114Cd	0.013	1.068	106
202Hg	0.162	1.094	93
208Pb	0.180	1.094	91

*Cu和Zn 稀釋100倍添加2 ppb，其他元素稀釋10倍添加1 ppb

表六、SRM 1643e實測值與認證值

Element	Certified value mean	Range	SRM-1643e 實測值
52Cr	20.04	19.32~20.76	20.50
60Ni	62.41	61.72~63.1	61.78
63Cu	22.76	22.45~23.07	22.51
64Zn	78.50	76.3~80.7	76.50
75As	60.45	59.73~61.17	59.17
114Cd	6.568	6.495~6.641	6.480
202Hg	-	-	-
208Pb	19.63	19.42~19.84	19.54

結語

此次分析結果顯示放流水樣品八種金屬含量相當低，皆符合放流水管制標準，以SRM 1643e來驗證此方法的可信度。利用Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS 能快速及準確的分析放流水的金屬含量，由於管限量標準越來越嚴苛需要一台高感度及低偵測極限的分析工具，才能提高分析樣品的精確度及準確度。



Thermo Scientific 7000 Series ICP-OES在土壤重金屬檢測的應用

應用工程師 王煒誠
Email: ericwang@joytech.com.tw



由於經濟與工業發展，人類活動產生的廢棄物若污染了農地，污染物藉由作物的吸收與生物濃縮作用進入食物鏈，進而危害人體的健康，而近年來頻頻爆發的食安問題連帶使得社會大眾更加關注環境污染的議題。台灣地區土壤受重金屬污染案例如鎘米事件，其歸因於化學工廠不當排放廢水，造成下游數百公頃的農田受到嚴重污染，種植出駭人聽聞的綠色”鎘米”，至今桃園縣仍有1712個廠址受到環保署控管，面積超過45000平方公尺，這些整治與復育的成本卻由全民負擔。

而近年國內經濟活動與產業環境變動，國內外風險評估與參考資訊逐漸完備，我國環保署對土壤污染監測標準進行多次的草案修正，第四條草案修正說明中，將監測的適用範圍限於完整專用之產業用地，而其中農業用地與飲用水水源水質保護區的監測標準最為嚴格，當中鎘和汞的管制標準分別為1和2 ppm、砷的管制標準是24 ppm、銅和鉛的管制標準皆為120 ppm，鎳的管制標準是130 ppm、總鉻的管制標準是175 ppm、鋅的管制標準分別是650 ppm。因此本篇利用Thermo Scientific iCAP 7000 Series ICP-OES，分析土壤污染監測標準中八種重金屬(砷、鉛、鎘、汞、銅、鉻、鎳與鋅)的含量。

儀器設定與實驗方法

1. 儀器設定

本實驗使用 Thermo Scientific iCAP 7000 Series ICP-OES分析土壤中八種重金屬(砷、鉛、鎘、汞、銅、鉻、鎳與鋅)的含量。電漿瓦數設定為1150W，分析模式為水平取光。本實驗儀器參數設定如表一。

表一、儀器參數設定

Parameter	Value
Instrument	iCAP 7000 Series
Forward power	1150 W
Mode	Axial
Injector	Quartz 2 mm ID
Spray chamber	Quartz
Nebulizer	Quartz
Nebulizer gas flow (L/min)	0.5
Auxiliary gas flow (L/min)	0.5
Coolant gas flow (L/min)	12

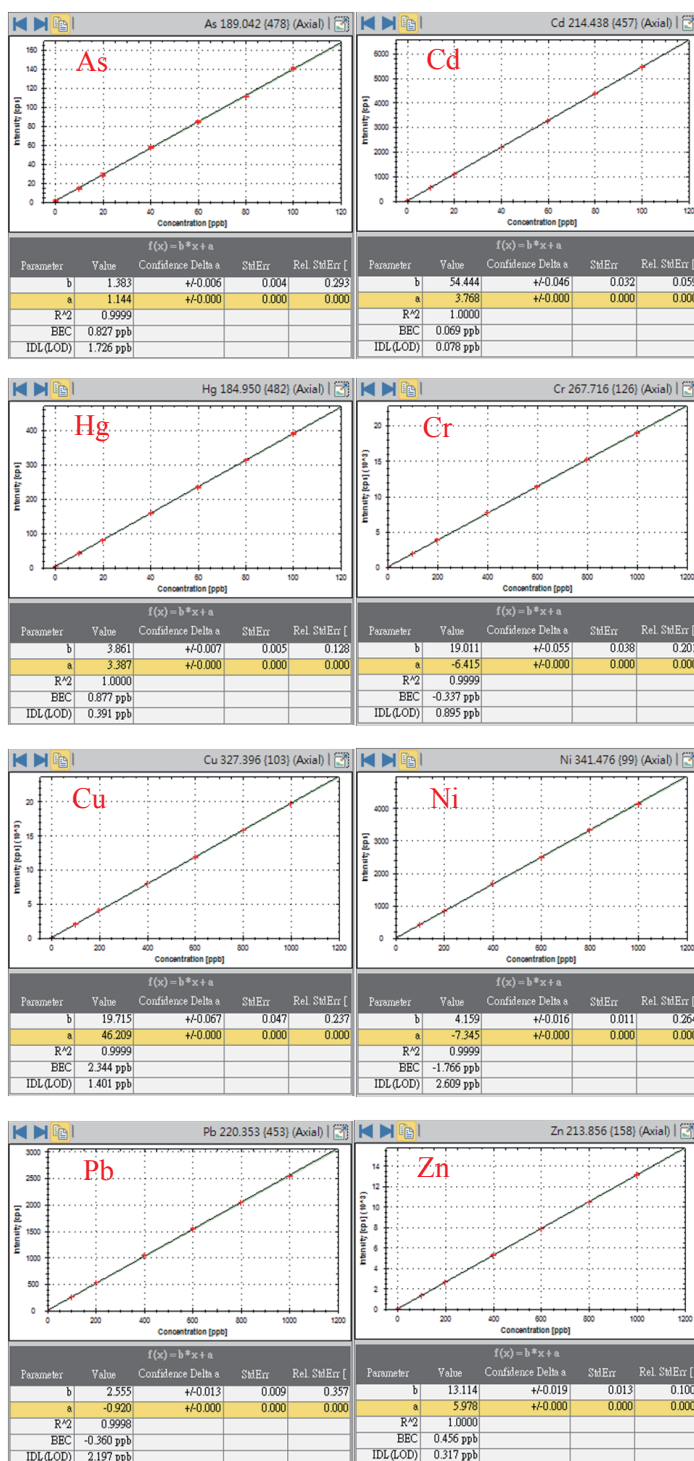
2. 實驗方法

精稱0.3 g標準品CRM 2003 (Trace Metals-Taiwan Clay-1)置於PFA消化瓶，加入10 ml 王水混和均勻，置入微波消化器中進行消化，消化完後待樣品冷卻，以超純水洗出定量至100 ml後上機。

實驗數據及結果

1. 檢量線線性

本實驗以水平取光方式分析土壤中的重金屬，其中As、Cd和Hg的檢量線範圍為：0、10、20、40、60、80和100 ppb；而Cr、Cu、Ni、Pb和Zn的檢量線量線範圍為：0、100、200、400、600、800和1000 ppb，所得結果檢量線線性皆大於0.999，具有良好的線性，如圖一所示。



圖一、檢量線圖

2. 偵測極限

儀器偵測極限以空白溶液重覆分析7次，計算其3倍之標準偏差的濃度，即為儀器偵測極限(IDL)，將儀器偵測極限乘以樣品前處理稀釋倍數即為方法偵測極限(MDL)，並且列出環保署土壤污染監測標準第四條修正草案中農業用地與飲用水水源水質保護區的監測標準值如表二。

表二、各元素儀器與方法偵測極限值以及農業用地與飲用水水源水質保護區草案的監測標準值

Element	IDL (ppb)	MDL (ppm)	監測標準值 (ppm)
As	1.726	0.575	24
Pb	2.197	0.732	120
Cd	0.078	0.026	1
Hg	0.391	0.13	2
Cu	1.401	0.467	120
Cr	0.895	0.298	175
Ni	2.609	0.87	130
Zn	0.317	0.106	650

3. 樣品實際濃度

表三為本次實驗所分析標準品Trace Metals-Taiwan Clay-1中八種重金屬的含量，實測值As、Pb、Cd、Hg、Cu、Cr、Ni皆有落在Confidence interval的區間內，而Zn的實測值則落在Prediction interval的區間內，顯示此實驗方法有良好的測試結果。

表三、Trace Metals-Taiwan Clay-1實測值與認證值範圍

Element	實測值 (ppm)	Certified Value (ppm)	Confidence Interval (ppm)	Prediction Interval (ppm)
As	20.32	20.7	17.5-23.9	6.31-35.1
Pb	42.73	44.1	42.4-45.8	36.1-52.1
Cd	1.77	1.66	1.40-1.92	0.459-2.86
Hg	0.860	0.865	0.818-0.912	0.652-1.08
Cu	122	126	122-130	108-144
Cr	88.7	86.8	81.2-92.4	61.5-112
Ni	202	206	195-217	157-255
Zn	312	342	330-354	287-397

4. 樣品添加回收率

表四為樣品前添加40 ppb (As、Cd和Hg)以及400 ppb (Pb、Cu、Cr、Ni和Zn)回收率的測試值，所有元素回收率皆介於90~110%之間，顯示儀器有良好的偵測性能。

表四、樣品前添加回收率

Element	Sample (ppb)	Sample + Spike (ppb)	Recovery (%)
As	60.97	101	100.0
Pb	128.2	499	92.7
Cd	5.32	42.8	93.7
Hg	2.58	40.9	95.8
Cu	366.8	764	99.3
Cr	266.0	650	96.0
Ni	607	999	98.0
Zn	936	1308	93.0

結語

我國環保署對土壤污染監測標準第四條修正草案中針對不同土地利用形態劃分類別訂立不同的監測標準，面對更加嚴格的監測標準，使得我們需要重新檢視現有設備是否能滿足日趨嚴格的法規要求。利用Thermo Scientific iCAP 7000 Series ICP-OES具有穩定性佳、偵測極限低、分析速度快、譜線選擇性廣、成本低等技術優勢，能滿足土壤中八種重金屬等多元素的定量分析。

Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS 在食米重金屬檢測的應用

應用工程師 王煒誠
Email: ericwang@joytech.com.tw



受到現今國人多元化飲食習慣的影響，稻米的攝取量逐年下滑，目前平均每人一年稻米的攝取量約有45公斤，仍遠高於其他類的主食。食品中或多或少含有一些有害的重金屬，並且於人體中不易代謝，在體內長久累積之下會逐漸地影響到人體健康，世界各國也因此對食品安全法規的限量標準修訂的更趨嚴格。我國目前在食米衛生安全標準制定汞、鎘和鉛等重金屬的限量標準，其中汞的限量標準是0.05 ppm、鎘的限量標準是0.4 ppm、鉛的限量標準是0.2 ppm。因此本期期刊將完整的介紹利用Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS檢測食米中的重金屬。

根據研究指出攝取過量的汞可能會引發水俣症、中樞神經系統受損、腎障病變、孕婦汞中毒會產下畸形兒或智能不足之嬰兒；攝取過量的鎘可能會引發痛痛病、肝腎病變、軟骨症及自發性骨折、前列腺癌；攝取過量的鉛可能會引發心血管疾病、痛風、腦中風、尿毒症、貧血、認知能力障礙。另外攝取過量的砷可能會引發烏腳病、肝腎病變、皮膚癌、肺癌、膀胱癌；攝取過量的銅可能會引發血尿、黃疸、寡尿等。因此本篇利用Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS，隨機抽樣分析市售包裝米或散裝米中五大重金屬(汞、鉻、鉛、砷與銅)的含量。

儀器設定與實驗方法

1. 儀器設定

本實驗使用 Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS 分析食米中五大重金屬(汞、鉻、鉛、砷與銅)含量。iCAP-Q 可分析的質量範圍為4~250 amu，其中標準配備的熱電致冷晶片(Peltier Cooler)可控制霧化室溫度在 -10 ~ +20 °C 之間，有效的控制樣品進樣的溫度增加實驗的穩定性，另外方便拆裝的進樣系統，可快速的更換和清洗保養，且儀器具備碰撞氣體的模式，可利用單一氣體(氬氣)有效地將⁴⁰Ar³⁵Cl對⁷⁵As的干擾去除，同時能保有測定時的高靈敏度。本實驗儀器參數設定如表一。

表一、儀器參數設定

Parameter	Value
Instrument	Thermo iCAP-Q
Forward power	1550 W
Mode	KED
Cone type	Ni
Injector	Quartz 2.5 mm ID
Spray chamber	Quartz
Nebulizer	Quartz
Nebulizer gas flow (L/min)	1.02
Spray chamber temperature (°C)	2.7
He cell gas flow (ml/min)	4.2

2. 實驗方法

精稱0.2 g樣品於PFA消化瓶，加入5 ml HNO₃和1 ml 超純水混和均勻，置入微波消化器中進行消化，微波消化完後待樣品冷卻，以超純水洗出定量至20 ml，上機時再以超純水稀釋10倍，並添加10 ppb Rh作內標修正。

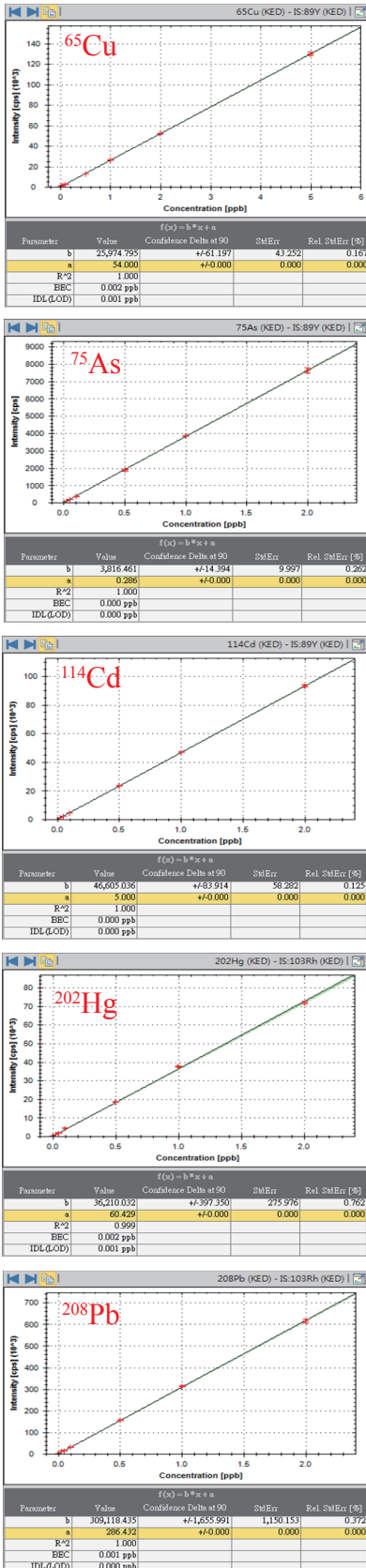
表二、樣品前處理

Sample	樣品重 (g)	定量體積 (ml)	稀釋倍數
Sample-A	0.2100	20	95.2
Sample-B	0.2098	20	95.3
Sample-C	0.1969	20	101.6
Sample-D	0.1988	20	100.6
Sample-E	0.2092	20	95.6
Sample-F	0.2046	20	97.8
Sample-G	0.2040	20	98.0
Sample-H	0.2055	20	97.3
Sample-I	0.2094	20	95.5
Sample-J	0.2068	20	96.7

實驗數據及結果

1. 檢量線線性

本實驗以KED一種電漿模式進行食米中重金屬分析，檢量線濃度範圍為：0、0.025、0.05、0.1、0.5、1、2和5(Cu) ppb，所得結果檢量線線性皆大於0.999，具有良好線性，如圖一。



圖一、檢量線圖

2. 偵測極限

儀器偵測極限以空白溶液重覆分析7次，計算其3倍之標準偏差的濃度，即為儀器偵測極限(IDL)，將儀器偵測極限乘以樣品前處理稀釋倍數即為方法偵測極限(MDL)。

表三、各元素儀器與方法偵測極限值

Element	IDL (ppb)	MDL (ppm)
Cu	0.0007	0.0007
As	0.0004	0.0004
Cd	0.0001	0.0001
Hg	0.0010	0.0010
Pb	0.0002	0.0002

3. 樣品實際濃度

表四為本次實驗所分析食米中五大重金屬(汞、鉻、鉛、砷與銅)的含量，其中Cu含量較高約在1.9~3.5 ppm之間；其次是As的含量約在0.06~0.16 ppm；Cd的含量約在0.003~0.09 ppm，皆小於法規值0.4 ppm；Hg的含量約在0.002 ppm以下，皆小於法規值0.05 ppm；Pb的含量約在0.002~0.015 ppm之間，皆小於法規值0.2 ppm。

表四、各元素實際樣品濃度

Sample	Cu (ppm)	As (ppm)	Cd (ppm)	Hg (ppm)	Pb (ppm)
Sample-A	2.598	0.160	0.039	0.002	0.004
Sample-B	2.385	0.122	0.074	N.D	0.007
Sample-C	2.241	0.101	0.029	N.D	0.015
Sample-D	2.851	0.071	0.088	N.D	0.006
Sample-E	1.925	0.096	0.003	0.001	0.002
Sample-F	3.539	0.135	0.093	0.002	0.004
Sample-G	2.142	0.064	0.040	0.001	0.005
Sample-H	2.937	0.141	0.088	N.D	0.009
Sample-I	2.129	0.099	0.020	N.D	0.004
Sample-J	2.899	0.128	0.043	N.D	0.010

4. 樣品添加回收率

表五為樣品前添加0.2 ppm(Cu、As、Cd與Pb)以及0.05 ppm(Hg)回收率的測試值，所有元素回收率皆介於90~110%之間，顯示此方法有良好的偵測結果。

表五、樣品添加回收率

Sample	Cu	As	Cd	Hg	Pb
Sample-A (ppm)	2.598	0.160	0.039	0.002	0.004
Sample-A+Spiked (ppm)	2.814	0.366	0.235	0.053	0.189
Recovery (%)	108.0	103.0	98.0	102.0	92.5

結語

本實驗以感應耦合電漿質譜儀 Thermo Scientific iCAP-Q ICP-MS的方式，可快速的分析不同重金屬含量，且具有有高度的精準度與極低的偵測極限，能有效率的滿足多元素定量分析的需求。本次實驗結果顯示，隨機抽樣分析國內市售食米中重金屬含量，均符合現行的法規值，國人經由食米攝入之重金屬含量並無健康危害的顧慮。基於重金屬具有累積性，須長期且大量的攝入才會對健康有較大的危害，因此建議消費者在選購食米時，最好選擇具有優良農產品證明標章(CAS)且包裝標示完整的農產品，以確保食用的安全性。

Thermo Scientific Delta V 同位素比值質譜儀及其應用

應用工程師 林劭璿
E-mail: dieterlin@joytech.com.tw



傳統化學的元素濃度分析注重的是待測元素在樣品中的分布濃度，然而同位素比值質譜儀則利用多個偵測器同時接收不同質荷比 (m/z) 的訊號以計算樣品中特定元素不同同位素間的相對豐度比例，又稱同位素比值。樣品中各種元素的同位素比值就像是樣品的指紋，記錄了各個樣品獨特的特徵，可用於科學鑑識、代謝物監測、食品攙偽檢測等領域之應用。Thermo Scientific Delta V 同位素比值質譜儀乃特別設計用於氣體進樣的同位素比值分析儀器，可提供高精度且可靠的分析穩定性。本文將簡單介紹同位素比值質譜儀分析概念及其於食品分析領域之應用。

待測樣品經適當的前處理並經由進樣系統轉換為簡單的氣體型式後即可導入質譜儀進行量測。根據樣品特性與分析目的的不同，可選擇將同位素比值質譜儀與氣相層析儀、液相層析儀和元素分析儀等進樣系統串連，以將待測物質轉換成符合同位素比值質譜儀可接受的簡單氣體型式。以此類系統可分析的碳、氫、氧、氮和硫等元素為例，經進樣系統轉換後導入質譜儀的氣體型式分別為 CO₂、H₂、CO (或 O₂)、N₂ 及 SO₂。進行分析時，儀器會將來自樣品的同位素比值訊號與經過標定的實驗室參考氣體同位素比值訊號進行比較，並經由控制軟體 Isodat 進行運算，自動輸出以標準品 (表一) 為基準的同位素值 (δ (delta) value)：

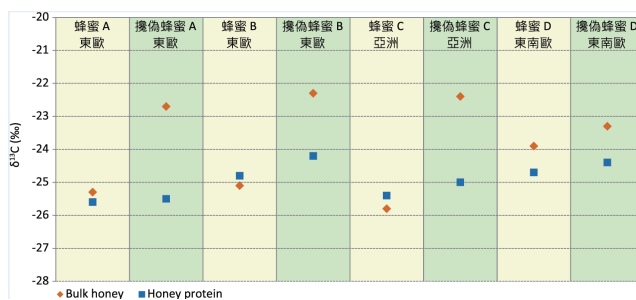
$$\delta = \frac{R_{\text{sample}} - R_{\text{standard}}}{R_{\text{standard}}} \times 1000\text{‰}$$

表一、同位素標準品

分析元素	標準品名稱	成分
碳	PDB (Pee Dee Belemnite)	碳酸鹽 (例如 CaCO ₃)
氫	SMOW (Standard Mean Ocean Water)	水 H ₂ O
氧	PDB	水 H ₂ O
	SMOW	碳酸鹽 (例如 CaCO ₃)
氮	Air	氮氣 N ₂
硫	CDT (Canyon Diablo meteorite Troilite)	隕硫鐵/單硫鐵礦 FeS

植物依使用生理代謝途徑的不同，可分為 C3、C4 及 CAM 等不同種類，每種代謝途徑的植物分別擁有其特徵性的碳同位素成分訊號。其中 C3 植物具有較 C4 植物負的 δ¹³C 值，亦即相對較低的 ¹³C 含量；相對而言，C4 植物的 δ¹³C 值較 C3 植物來得高，表示其生物質量 (biomass) 中相對 C3 植物富集了更高比例的 ¹³C。基於這樣的差異，以植物原料製成的農產品可藉由分析其碳同位素比例檢測是否有攙偽造假。以蜂蜜為例，主要以 C3 植物為蜜源製造出的蜂蜜 δ¹³C 值約在 -25‰ 左右，若以 C4 植物製成的糖 (例如蔗糖或高果糖玉米糖漿，δ¹³C 值約為 -10‰) 混攪入蜂蜜中，所得的混合蜂蜜即會具有與純蜂蜜不同的碳同位素比例，δ¹³C 值介於 -10‰ 至 -25‰ 之間。分析時，利用蜂蜜中可萃取的蛋白質之碳同位素成分作為比較基準與整體蜂蜜之碳同位素成分進行比較，即可明顯看出純蜂蜜及經攙偽蜂蜜之間的差異 (圖一，取自 Thermo Fisher Scientific Application Note: 30177)。類似的概念亦可用於果汁中糖類或有機酸的添加、酒類不同醱酵原料的分辨等檢測。

圖一、純蜂蜜與攙糖蜂蜜碳同位素成分的差異

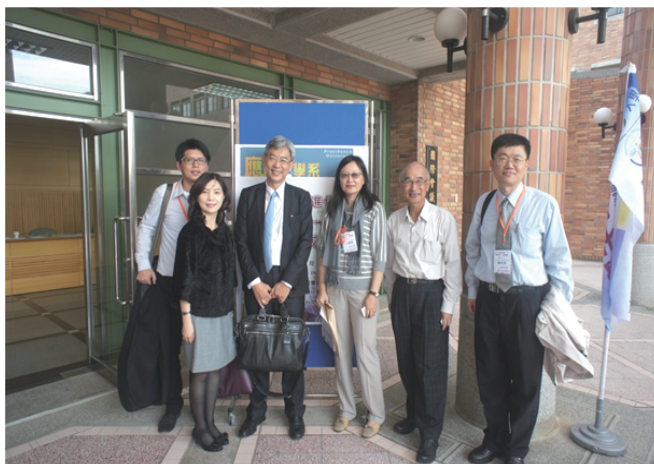


植物體內各種元素的同位素成分也可能帶有其生長來源地的訊息。植物體的氫和氧同位素組成比例主要受到其利用的水源影響。地表附近可供植物利用的淡水水源除了地下水以外，主要就是雨水和雪水等從天上降下的水，稱之為天水 (meteoric water)。天水中的氫和氧同位素成分會受到緯度、海拔、距海遠近等地理因素控制，因而有地區性的特徵訊號。除此之外，同一種植物若被種植在不同地區，植物體內的碳同位素比例也會因為氣候條件的不同而有些許差異。因此，針對農產品 (例如果汁) 中的碳、氫、氧等元素之同位素比值進行分析亦有潛力可作為追溯判別其產地的有力工具。



樂盟科技與靜宜大學化學系 學用合一研討會

大多數學生們因為較無職場上的經驗，所以如何將學校中所學實際應用到產業界，常常是現在的學生們比較困擾的問題。而這時如有相關的活動，能將學科在產業界上的應用，藉由產業界的分享或是與其合作，可以使學生們直接的體驗產業所需，進而能夠加強自己缺乏的學科，使自己成為企業所需要的人才。另一方面也可以確立學生求學時的目標，do what they want to do, be what they want to be，進而知道在未來如何貢獻於社會！



上圖為樂盟科技江德明董事長與靜宜大學化學系王書蘋教授、林孝道教授、東海大學化學系楊定亞教授在靜宜大學國際會議廳前合影



靜宜大學化學系主任 吳仁彰教授



樂盟科技 江德明董事長頒獎給口頭論文得獎學生

有鑑於此，靜宜大學應用化學系邀請了與化學產業相關的企業，在一年一度的成果發表會中與學生們分享產業界的趨勢與人才需求，而舉辦了”學用合一研討會”。樂盟科技受邀參加了這一大盛事，江德明先生也與學生們分享了多年來儀器分析中的寶貴經驗，希望在這次的互動中讓學生們了解到分析化學對環境的重要性。



江德明先生演講題目”化學與環境檢測”之剪影



活動花絮 - 大合影

企業的成長進步需要的不只是品質的維持，創新才是使企業能夠迎向藍海，使企業無法被取代的關鍵能力。而產學的合作不僅可以協助學生們在學校中即可以提早了解企業需求，提早自我準備成為企業需要的人才，企業也可以藉由學生們研究中的新發現來增加企業創新的能力，相輔相成。樂盟科技希望能夠以化學分析服務的本業，為學術界盡一分力，也同時為提升台灣未來的競爭力而努力。

<下期預告>

醫衛檢驗中尿液與人工汗液的重金屬分析以及中藥材重金屬檢驗

在最近的各類食安問題、環保問題甚至是工安問題中再再的顯現許多危害人體健康的風險因子，對於暴露在問題環境底下的人可透過定期的健康檢查確保自身安全。人體血液流經腎臟，會將人體所代謝或不需要的物質排出，所以尿液是我們經泌尿系統代謝後所產生的排泄物，所以尿液所含代謝成分可能反映身體的狀況或疾病的發展狀況，因此尿液檢驗一直是醫療檢驗重要的檢驗參考項目。針對重金屬的檢驗項目可透過感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)來分析，檢體只需要稀釋即可上機，可以快速的提供檢測結果作為醫療行為的參考。



成衣對人們而言不在僅僅是遮蔽身體，還具有擋風、散熱或保暖等各種不同的功能需求，所以現在的紡織品材質、樣式、顏色或配件凌瑯滿目。隨著四季變化，夏季高溫使得身體時常流汗，長時間穿著衣物所使用的布料材質或染料是否會對我們的健康產生不利影響，則需透人工汗液的檢測。將紡織品浸泡在人工汗液中測試有多少金屬會被溶出，來確保紡織品的安全性。依據法規的規範配置成特性接近人體的人工汗液，在許多產業中皆具有不同的利用價值，所以我們以人工汗液的基質以ICP-MS進行分析，測試分析的準確性與穩定性供各個產業參考，並且展現iCAP Q對於不同基質優異的匹配能力。

現代中醫的發展並未因西醫盛行而沒落，反而發展出中西合併的醫療模式。中藥材由植物乾燥後製成，藥性溫和且副作用不如西藥明顯，亦可用於治療疾病，而且許多文獻中指出於日常飲食適當的添加中藥材可強身健體。現在中醫在治療疾病使用的中藥材常以複合藥劑與加重劑調合成科學中藥，但副作用卻也因此逐漸明顯。中藥材常會因為種植的環境與時間使植體內累積相當濃度的重金屬，近年來衛福部與產業和學術界不斷的討論重金屬的管制限量與管制類別，以確保食用之安全性。在下一期的期刊中，以ICP-OES檢驗中藥材的重金屬含量並與現行法規比較，提供一套完整分析方法供中藥廠與相關產業參考

近期活動

樂盟科技為提升服務品質，持續舉辦儀器應用的訓練課程，供舊有客戶技術的提升以及新進人員加強的訓練。今年度在台北總公司舉辦了四場訓練課程第一場ICP-OES已於今年五月份順利完成，尚有AA、ICP-MS和ICP-OES的課程列於下表，訓練課程完全免費並且提供精緻餐點，歡迎各位客戶把握機會前來參與。若有意參加或需要更多資訊，歡迎與負責貴單位機台的應用工程師聯繫。

活動主題	時間	地點
AA 教育訓練課程	2014 年 7 月初	樂盟科技台北總公司
ICP-MS 教育訓練課程	2014 年 9 月初	樂盟科技台北總公司
ICP-OES 教育訓練課程	2014 年 11 月初	樂盟科技台北總公司

期刊內容刊誤

樂盟季刊第四期第11頁的表三(A)和(B)表格當中的單位皆為ppb，特此更正。因排版中多有疏漏深感抱歉，並且感謝客戶的指正，若編排中其他錯誤請不吝賜教，樂盟會銘記於心。

Analysis of Trace Elements in Rice using an Autodilution System Coupled with the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS

Jianfeng Cui, Shona McSheehy Ducos and Lothar Rottmann, Thermo Fisher Scientific, Germany

Key Words

Food, prepFAST, KED, multi-element, rice

Goal

To demonstrate a simple and highly sensitive method for the trace elemental analysis of rice by quadrupole ICP-MS with minimal sample preparation.

Analytical Challenge

Rice is the world's second most produced grain, with a global annual production of about 600 million tons. In most Asian countries, rice is a staple food, with a consumption of between 200-400 g per person per day. For both nutritional research and food safety, the analysis of trace elements in rice and derived products¹ is very important, and there has been a growing emphasis on quality.

Depending on geographical location and production processes, rice may also contain trace elements that are toxic or potentially carcinogenic (Pb, Cd, As, Se, Hg). Consequently, a simple, reliable method for the accurate determination of trace elements would facilitate the assessment of the nutritional and toxicological status of the rice.

Sample and Calibration Solution Preparation

Three locally sourced rice (natural, risotto and short grain white rice) and a certified reference material (Rice Flour IRMM-804), were prepared in triplicate using a microwave digestion method. Approximately 0.5 g of sample was acid digested using a mixture of HNO₃ and H₂O₂ in a closed vessel microwave digestion system. After digestion, the samples were made up to volume (50 mL) using ultra pure water. Calibration stock solutions were prepared in 2% HNO₃.

The two standard stocks and all samples were then loaded directly onto the autosampler. From here the prescriptive dilution capabilities of the Elemental Scientific Inc prepFAST autodilution system driven through the Thermo Scientific™ Qtegra™ ISDS were used to perform further dilutions, greatly reducing the overall sample preparation time. Ge, Rh and Ir internal standards (at 20 µg·kg⁻¹) were added on-line at a constant flow via the prepFAST system.



Method

A Thermo Scientific™ iCAP™ Qc ICP-MS was used to perform all analyses. All target analytes were measured using a single pure He, kinetic energy discrimination (KED) collision cell mode.

Full mass range analysis in KED mode is made possible through the use of proprietary Thermo Scientific™ QCell flatapole technology. With the QCell the iCAP Qc ICP-MS maintains ion transmission in He KED mode for reliable and accurate multi-elemental analysis of all analytes, even low mass elements such as Li and B. The automatic low mass cut-off in the QCell provides added reliability in KED mode by stopping unwanted by-products generated in the cell from being subsequently detected.

Software

The complete prepFAST and iCAP Q ICP-MS system was controlled by the Qtegra ISDS software which allows plug-in based control of a series of accessories as well as providing easy to use data processing for generation of analytical reports.

In combination with Qtegra software, the ESI prepFAST is a powerful autodilution system that automatically performs precise and accurate online dilutions. Figure 1 shows a sequence for a complete twelve point external calibration ($10 \mu\text{g kg}^{-1}$ to $40 \mu\text{g kg}^{-1}$) produced from two stock solutions as defined by dilution factors entered into the Qtegra software. The rice samples were analyzed after a prescriptive 4-fold dilution.

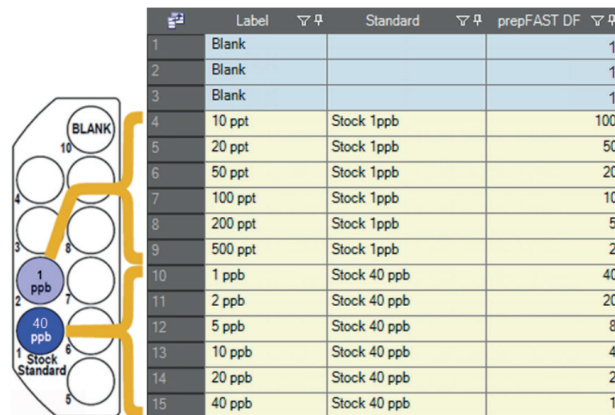


Figure 1. prepFAST generation of calibration solutions

Table 1. Results for Rice Flour IRMM-804, Risotto, Natural and Short Grain White (Milk) Rice. All concentrations are reported in $\mu\text{g kg}^{-1}$ unless otherwise stated. LoD – Instrumental Limit of Detection are based on the analysis of ten replicate measurements. MDL – Method Detection Limit based on a sample weight of 0.5 g in a final volume of 50 mL plus a prescriptive 4-fold dilution (total 400 -fold dilution).

* Indicates this value is not certified.

Isotope	LoD ($\mu\text{g L}^{-1}$)	MDL	Rice Flour IRMM-804		Risotto Rice	Natural Rice	Milk Rice
			Certified	Measured	Measured	Measured	Measured
⁷ Li	0.04	14		24.7 ± 2.9	23.1 ± 0.9	30.3 ± 1.6	59.0 ± 4.3
¹¹ B	0.2	78		980 ± 59	809 ± 41	1146 ± 51	1226 ± 17
⁵² Cr	0.003	1.2		95.5 ± 3.1	22.7 ± 0.6	68.7 ± 1.1	24.2 ± 1.2
⁵⁵ Mn	0.001	0.4	34200 ± 2300	35010 ± 1070	8054 ± 199	26296 ± 1947	5178 ± 121
⁵⁶ Fe	0.01	4.8		9581 ± 248	2203 ± 171	14007 ± 1532	1731 ± 102
⁵⁹ Co	0.0003	0.1		17.1 ± 1.6	16.7 ± 0.6	24.1 ± 2.2	16.9 ± 1.8
⁶⁰ Ni	0.004	1.6		248 ± 4.2	75.6 ± 0.8	355 ± 42	72.1 ± 6.1
⁶³ Cu	0.0007	0.29	2740 ± 240	2577 ± 100	1636 ± 3	1241 ± 47	1612 ± 2
⁶⁶ Zn	0.02	6.4	23100 ± 1900	21639 ± 655	9472 ± 227	18950 ± 1965	9205 ± 207
⁷⁵ As	0.004	1.6	49 ± 4	47 ± 1	355 ± 14	158 ± 5	171 ± 5
⁷⁸ Se	0.04	16	38*	36 ± 8	50 ± 2	48 ± 3	41 ± 6
⁸⁸ Sr	0.0009	0.35		195 ± 5.1	154 ± 4.5	535 ± 18	229 ± 5.3
¹¹¹ Cd	0.0008	0.33	1610 ± 70	1550 ± 36	23 ± 0.5	16 ± 1.1	12 ± 1.3
¹²¹ Sb	0.002	0.8		23.6 ± 1.7	20.7 ± 0.09	24.2 ± 2.0	19.7 ± 2.7
²⁰² Hg	0.003	1.2		2.24 ± 0.058	6.79 ± 0.006	3.53 ± 0.11	3.63 ± 0.301
²⁰⁸ Pb	0.001	0.4	420 ± 70	383 ± 13	26 ± 0.3	35 ± 0.5	28 ± 3.7

Results

Concentration results obtained for the rice flour reference material and three additional rice samples are presented in Table 1. All measured concentrations are within the certified ranges for the IRMM-804 CRM, demonstrating the accuracy of analysis, even for the low concentration and ICP-MS challenging element, As.

Conclusion

In combination with Qtegra ISDS, the prepFAST system provides fully automated sample handling for high throughput analysis using the iCAP Qc ICP-MS.

In addition to prescriptive dilution capabilities described here, Qtegra ISDS can automatically correct for over calibration range samples through intelligent autodilution. The described system is therefore ideally suited for accurate, routine, multi-elemental analysis of complex food samples.

References

- AN43126: IC-ICP-MS speciation analysis of As in Organic Brown Rice Syrup (OBRs) using the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS

www.thermoscientific.com

©2014 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved. ISO is a trademark of the International Standards Organization. ESI and prepFAST are trademarks of Elemental Scientific Inc. Omaha, USA. All other trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries. This information is presented as an example of the capabilities of Thermo Fisher Scientific products. It is not intended to encourage use of these products in any manners that might infringe the intellectual property rights of others. Specifications, terms and pricing are subject to change. Not all products are available in all countries. Please consult your local sales representative for details.



Thermo Fisher Scientific, (Bremen) GmbH
Management System Registered is
ISO 9001:2008 Certified.

Africa +43 1 333 50 34 0
Australia +61 3 9757 4300
Austria +43 810 282 206
Belgium +32 53 73 42 41
Canada +1 800 530 8447
China 800 810 5118 (free call domestic)
400 650 5118
Denmark +45 70 23 62 60
Europe-Other +43 1 333 50 34 0
Finland +358 9 3291 0200
France +33 1 60 92 48 00
Germany +49 6103 408 1014
India +91 22 6742 9494
Italy +39 02 950 591

Japan +81 45 453 9100
Latin America +1 561 688 8700
Middle East +43 1 333 50 34 0
Netherlands +31 76 579 55 55
New Zealand +64 9 980 6700
Norway +46 8 556 468 00
Russia/CIS +43 1 333 50 34 0
Singapore +65 6289 1190
Spain +34 914 845 965
Sweden +46 8 556 468 00
Switzerland +41 61 716 77 00
UK +44 1442 233555
USA +1 800 532 4752

Thermo
SCIENTIFIC

A Thermo Fisher Scientific Brand