

解决方案|ICP-TOF-MS 分析头发消解液中元素

头发消解液是一种专业的化学溶液，当头发消解液与头发接触之后，通过一系列的化学反应，能够将头发的结构分解，使其变得可溶解。这个过程对于某些行业来说非常重要，比如在法医学中，可以通过头发消解液来提取头发中的 DNA，以便进行身份鉴定。但是检测头发消解液中元素也很重要，通过检测，我们可以了解头发消解液中具体包含哪些化学元素和成分，从而判断其对环境和人体是否会产生危害。



ICP-TOF-MS，即电感耦合等离子体质谱技术，是一种高灵敏度、高准确度的元素分析技术。本文介绍了 ICP-TOF-MS 分析头发消解液中元素的方法，该方法使用了东西分析旗下 GBC 品牌的 Optimass 9600 电感耦合等离子体直角加速式飞行时间质谱仪测定，具有应用范围广、操作方便等优点，可供相关人员参考。



Optimass 9600 电感耦合等离子体直角加速式飞行时间质谱仪

实验部分

仪器设备

Optimass 9600 电感耦合等离子体直角加速式飞行时间质谱仪

仪器条件

表 1 仪器条件

SmartGate Ranges	(10-20, 31.5-37, 39.1-42)
Acquisition Time	5
Replicates	5
Sample Intro Time	30
Sample Pump Speed	8
Flush Pump Speed	30
Flush Time	20
Rinse Time	20
Rinse Pump Speed	30
Sample Introduction	Manual
Torch X position (mm)	6.5
Torch Y position (mm)	0
Torch Z position (mm)	0
Gasbox nebulizer flow (l/min)	0.89
Gasbox plasma flow (l/min)	10
Gasbox auxiliary flow (l/min)	1.2
Generator set power (W)	1200
Skimmer (V)	-1500
Extraction (V)	-1500
Multiplier Gain (V)	3300

表 2 目标元素标曲浓度信息 单位: $\mu\text{g/L}$

序号	元素	Level-2	Level-3	Level-4	Level-5	Level-6
1	Ca	100	300	500	700	1000
2	Na	20	60	100	140	200
3	Al	10	30	50	70	100
4	Fe	10	30	50	70	100
5	Cu	10	30	50	70	100
6	Mg2	10	30	50	70	100
7	Zn	10	30	50	70	100
8	P	50	150	250	350	500
9	Ag	1	5	10	20	50
10	As	1	5	10	20	50
11	Ba2	10	30	50	70	100
12	Cd	1	5	10	20	50
13	Co	1	5	10	20	50
14	Cr	1	5	10	20	50
15	Hg	1	5	10	20	50
16	K	1	5	10		
17	La	1	5	10	20	50
18	Mn	1	5	10	20	50
19	Mo	1	5	10	20	50
20	Ni	1	5	10	20	50
21	Pb	10	30	50	70	100
22	Sb	1	5	10	20	50
23	Se	1	5	10	20	50
24	Sr	10	30	50	70	100
25	Ti	10	30	50	70	100
26	V	1	5	10	20	50
27	Y (内标物)	10	10	10	10	10

实验结果

表 3 元素标准曲线方程及其线性相关系数

序号	元素	定量离子	相关系数 R2	线性方程
1	Ca	44	0.9982	Conc = 611.545 * Resp - 1446.23
2	Na	23	0.99935	Conc = 10.7643 * Resp - 239.388
3	Al	27	0.99966	Conc = 13.1709 * Resp - 17.2689
4	Fe	57	0.99917	Conc = 477.212 * Resp - 259.246
5	Cu	65	0.99999	Conc = 56.0058 * Resp - 0.828403
6	Mg2	24	0.99993	Conc = 18.1532 * Resp - 1.98741
7	Zn	66	0.99993	Conc = 136.944 * Resp - 3.13535
8	P	31	0.99815	Conc = 163.151 * Resp - 225.405
9	Ag	107	0.99733	Conc = 28.1397 * Resp - 0.691957
10	As	75	0.99995	Conc = 118.026 * Resp - 1.71938
11	Ba2	137	0.99988	Conc = 91.4211 * Resp - 0.420986
12	Cd	114	0.99995	Conc = 49.5029 * Resp - 2.34195
13	Co	59	0.99993	Conc = 12.8389 * Resp - 0.225621
14	Cr	52	0.9999	Conc = 14.2954 * Resp - 7.07489
15	Hg	202	0.99984	Conc = 91.3545 * Resp - 0.418746
16	K	39	0.99522	Conc = 0.83952 * Resp - 65.9924
17	La	139	0.99993	Conc = 9.13568 * Resp - 0.0599789
18	Mn	55	0.99999	Conc = 12.7131 * Resp - 1.0485
19	Mo	98	0.99998	Conc = 39.9656 * Resp - 0.0742825
20	Ni	60	0.99991	Conc = 57.5661 * Resp - 6.02136
21	Pb	208、207、206	0.99989	Conc = 8.30225 * Resp - 0.0301408
22	Sb	121	0.99996	Conc = 39.9349 * Resp - 0.564787
23	Se	77	0.99867	Conc = 1672.43 * Resp - 19.6528
24	Sr	88	0.99992	Conc = 12.8912 * Resp + 0.174125
25	Ti	48	0.99988	Conc = 15.3347 * Resp - 1.61489
26	V	51	0.99998	Conc = 11.8163 * Resp - 0.535079
27	Y	89	无	内标物

注：由于 Ca 和 K 空白值较高导致标曲线性不是很理想。

分析结果

表 4 头发消解样品测定结果 单位：μg/L

序号	元素	定量离子	01 样品含量	01B 样品含量
1	Ca	44	5174.55	11112.39
2	Na	23	1444.99	2925.84
3	Al	27	46.79	98.98
4	Fe	57	399.88	1533.39
5	Cu	65	115.38	215.93
6	Mg2	24	445.19	1256.34
7	Zn	66	821.46	963.63
8	P	31	768.86	879.47
9	Ag	107	1.69	0.25
10	As	75	6.34	4.68
11	Ba2	137	27.07	50.05
12	Cd	114	6.49	7.43
13	Co	59	0.56	0.58
14	Cr	52	27.08	34.20
15	Hg	202	7.40	5.17
16	K	39	0.00	0.00
17	La	139	0.13	0.26
18	Mn	55	12.42	15.89
19	Mo	98	1.49	1.63

序号	元素	定量离子	01 样品含量	01B 样品含量
20	Ni	60	10.56	25.60
21	Pb	208、207、206	33.75	21.90
22	Sb	121	1.13	2.22
23	Se	77	18.66	22.97
24	Sr	88	20.14	39.98
25	Ti	48	185.04	209.15
26	V	51	45.87	50.37

实验总结

本文采用电感耦合等离子体飞行时间质谱法（ICP-TOF-MS）对头发消解液中的 26 种元素进行了精确的定量分析，这些元素包括 Na、Al、Fe、Cu、Mg、Zn、P、Ag、As 等，测量结果准确可靠。该方法具有快速、准确性高等优点，在环境监测和工业生产领域有着广泛应用前景，可供相关人员参考。