

电感耦合等离子体原子发射光谱法测定白酒中 23 种微量元素

万益群^{1,2}, 潘凤琴², 柳英霞², 俞 勇²

1. 南昌大学食品科学教育部重点实验室, 江西 南昌 330047

2. 南昌大学分析测试中心, 江西 南昌 330047

摘 要 应用电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)建立了定量分析江西白酒中 As, Ba, Co, Ni, Cu, Be, Sr, Cr, Mn, Li, P, Se, Pb, Bi, Cd, B, Zn, Mg, Fe, K, Na, Ca, Al 等 23 种微量元素的新方法。考察了不同地域生产的白酒以及同一厂家生产的不同酒精度和品质白酒中微量元素含量的差别。白酒经少量硝酸消化, 样品消解完全, 可以满足 ICP-AES 检测的要求。结果的相对标准偏差为 0~5.81%, 加标回收率为 90.5%~107.6%, 方法具有较好的准确度和精密度。研究结果可作为进一步探讨白酒质量与微量元素之间关联性的参考。

关键词 电感耦合等离子体原子发射光谱; 白酒; 微量元素

中图分类号: O657.3 文献标识码: A DOI: 10.3964/j.issn.1000-0593(2009)02-0499-05

引 言

中国的白酒为世界上独有的一类蒸馏酒, 其生产工艺多样, 品种繁多, 成分复杂。白酒的主要成分为乙醇和水, 约占白酒组成的 98%, 但决定其品质和风格的却是仅占 2% 的微量组分, 如其他醇类、酯类、有机酸、羰基化合物及各种无机元素等。人们对微量有机物已有了较多的认识, 而对于各种无机元素对酒的影响研究还相对较少, 四川五粮液酒厂的刘沛龙等进行过这方面的探索^[1]。

白酒中的金属元素来自稀释用水、生产设备、贮酒容器和原料本身, 原料中的金属元素是在蒸馏时经雾沫带入酒中的。从卫生学角度讲, 重金属元素如铅、锰、镉、铝、砷、汞等对人多有毒害, 其中铅、锰的含量为白酒国标的卫生指标。另一方面, 金属元素直接影响酒的感官品质, 如铁、锰可使白酒着色, 金属元素可与阴离子一起呈现出咸、苦、涩的味道, 铁腥味也是常见的异味之一。但适量的金属离子能使酒体口味柔和, 减少酒的刺激感, 这也是某些金属元素有“陈酿”作用的原因。酒中的金属元素也与酒的稳定性有关, 如钙、镁、铁等均可引起白酒的混浊或沉淀。通过对生产各

阶段白酒中金属元素分析, 还可发现设备与工艺上的某些问题; 另外, 当用色谱技术识别酒的真假时, 经常会遇到“举棋不定”的情况, 如此时再对样品作金属元素分析, 可能会大大增加判断的准确性^[2]。因此, 开展白酒中微量元素新分析方法研究为深入探讨酒的品质与微量元素关联性奠定了理论及技术基础。

常用的金属元素含量的分析方法有原子吸收法^[3,4]、比色法、荧光法^[5-7]等。本文采用电感耦合等离子体原子发射光谱技术^[8-12], 同时测定了 19 种白酒中 As 和 Ba 等 23 种微量元素, 探讨了不同厂家生产的白酒所含微量元素的差异性。本文所建立的方法可满足实际样品分析要求。

1 实验部分

1.1 仪器及工作条件

Optima-5300DV 型等离子体发射光谱仪(美国 PE 公司); 等离子体系统: 等离子体侧向-轴向双观测系统; 光学系统: 中阶梯光栅双光路二维色散分光系统; 分辨率 0.006 nm (200 nm 处); 工作方式: 光谱直读, 顺序多元素同时测定; 雾化系统: 正交雾化器。仪器工作参数如表 1 所示。

Table 1 Operating parameters of instrument

射频功率/kW	雾化气流量/(L·min ⁻¹)	辅助气流量/(L·min ⁻¹)	冷却气流量/(L·min ⁻¹)	观测方向	溶液提升量/(L·min ⁻¹)
1.2	0.8	0.2	15	Axial	1.5

收稿日期: 2007-08-10, 修订日期: 2007-11-16

基金项目: 国家自然科学基金项目(20765002)和长江学者和创新团队发展计划项目(IRT0540)资助

作者简介: 万益群, 1964 年生, 南昌大学食品科学教育部重点实验室教授 e-mail: yqwanoy@sina.com

1.2 试剂和标准溶液

砷、钡、钴、镍、铜、铍、锶、锰、锂、磷、硒、铅、铋、镉、硼、锌、镁、铁、钾、钠、钙、铝标准溶液, 美国 SPEX 公司提供的多元素混合标准储备液, 各金属离子浓度为 $1.0 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$, HNO_3 (优级纯), 水为 Millipore-Q 装置处理过的超纯水。玻璃仪器均经 10 % HNO_3 浸泡过夜, 用超纯水清洗。

1.3 样品

19 种白酒样由江西 A, B, C, D 四个厂家提供, 相关信息见表 2, 其中 1[#] ~ 4[#] 号为不同工艺生产的白酒样品。

1.4 样品处理

准确移取 50 mL 酒样于 100 mL 烧杯中, 置于电热板上加热蒸发至 1 mL 左右。加入一定量的浓 HNO_3 , 先在电热板上小火加热消化约 30 min, 待黄烟冒尽后, 升高温度加热至大量白烟冒尽并有白色固体析出。冷却至室温, 用超纯水溶解并转移至 10 mL 的容量瓶中定容, 同时平行做一份空白试液, 在选定的工作条件下, 对样品进行测定。

2 结果与讨论

2.1 分析波长的选择

ICP-AES 法对每个元素的测定都可以同时选择多条特

征谱线, 一般在实验中选择共存元素谱线干扰少、精密度好和信噪比高的谱线, 本实验选定各元素分析波长见表 3。

Table 2 An illustration of production sites for all wine samples

序号	白酒样	生产厂家
1 [#]	38 酒一号样	江西 A 厂
2 [#]	38 酒二号样	江西 A 厂
3 [#]	38 酒三号样	江西 A 厂
4 [#]	38 酒四号样	江西 A 厂
5 [#]	64 酒(一级基酒)	江西 A 厂
6 [#]	64 酒(二级基酒)	江西 A 厂
7 [#]	64 酒(三级基酒)	江西 A 厂
8 [#]	64 酒(四级基酒, 2007 年 5 月生产)	江西 A 厂
9 [#]	64 酒(四级基酒, 2006 年 12 月生产)	江西 A 厂
10 [#]	64 酒(四级基酒, 2005 年 12 月生产)	江西 A 厂
11 [#]	64 酒(四级基酒, 2004 年 7 月生产)	江西 A 厂
12 [#]	64 酒(四级基酒, 2003 年 5 月生产)	江西 A 厂
13 [#]	45 老窖酒	江西 B 厂
14 [#]	45 祥龙酒	江西 B 厂
15 [#]	50 防古酒	江西 B 厂
16 [#]	52 莲花酒	江西 B 厂
17 [#]	45 五年陈酿酒	江西 B 厂
18 [#]	54 老窖酒	江西 C 厂
19 [#]	45 酒	江西 D 厂

Table 3 Analytical wavelengths of elements

元素	As	Ba	Co	Ni	Cu	Be	Sr	Cr
波长/ nm	396. 153	455. 403	228. 616	231. 604	324. 752	313. 042	407. 771	267. 716
元素	Mn	Li	P	Se	Pb	Bi	Cd	B
波长/ nm	257. 610	670. 784	213. 617	196. 206	220. 353	223. 061	228. 802	249. 772
元素	Zn	Mg	Fe	K	Na	Ca	Al	
波长/ nm	213. 857	285. 213	238. 204	766. 490	589. 592	317. 933	396. 153	

2.2 标准工作曲线

将各元素的标准储备液配制成一系列混合标准工作溶液, 浓度分别为 0.1, 0.5, 1.0, 10.0, 100.0 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, 在选定的仪器操作条件下对标准液进行测试, 化学工作站自动绘制工作曲线, 其线性相关系数在 0.999 4 ~ 1.000 0 之间。

2.3 样品分析

将 19 种白酒按 1.4 节方法进行处理, 在选定实验条件下运用 ICP-AES 法进行测定。为了考察方法的精密度, 每种样品平行测定 5 次, 相对标准偏差在 0 ~ 5.81 % 之间。其结果分别见表 4 ~ 表 6。

Table 4 Results of trace elements in wine samples ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) (n = 5)

元素	1 [#]	RSD/ %	2 [#]	RSD/ %	3 [#]	RSD/ %	4 [#]	RSD/ %	5 [#]	RSD/ %	6 [#]	RSD/ %
As	0.002 8	0.72	0.003 8	4.01	0.002 4	3.12	0.003 4	4.25	0.002 8	4.93	0.002 0	3.96
Ba	0.001 6	1.51	0.011 6	2.75	0.007 2	3.93	0.008 7	1.01	N. D.	0	0.000 3	1.90
Co	0.000 3	3.92	0.000 3	5.53	0.000 2	1.02	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Ni	0.009 5	2.90	0.003 5	1.61	0.010 6	1.25	0.002 3	4.38	0.000 1	3.15	0.000 8	3.83
Cu	0.011 4	2.75	0.006 1	2.95	0.014 6	4.86	0.013 5	1.05	0.000 1	4.51	0.000 4	1.12
Be	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Sr	0.003 6	4.60	0.041 8	0.83	0.005 8	3.47	0.003 7	3.51	N. D.	0	N. D.	0
Cr	0.000 7	3.64	0.002 8	0.77	0.001 4	3.62	0.001 2	3.15	0.000 1	1.42	0.000 8	3.43
Mn	0.015 8	4.42	0.071 0	1.40	0.024 5	2.90	0.029 7	3.04	0.000 4	0	0.001 6	1.15
Li	0.044 2	4.55	0.031 8	3.77	0.064 5	4.33	0.090 8	5.20	0.013 8	3.41	0.005 9	3.76
P	0.036 2	3.89	0.175 8	1.68	0.083 4	3.81	0.003 1	5.12	N. D.	0	N. D.	0

续表 4

Se	0.003 8	3.47	0.003 6	1.53	0.000 1	3.06	N. D.	0	0.001 1	1.36	N. D.	0
Pb	0.005 8	4.62	0.005 2	3.12	0.007 0	2.38	0.002 3	4.84	0.000 8	3.02	0.001 1	3.29
Bi	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	0.000 3	1.50	0.000 1	3.87
Cd	0.001 7	1.01	0.000 2	3.76	0.000 2	3.71	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
B	0.235 3	2.10	0.131 1	3.43	0.071 9	4.52	0.141 1	3.41	0.078 4	1.12	0.013 8	1.37
Zn	0.067 4	2.07	0.752 4	2.41	0.138 0	5.10	0.095 6	2.77	N. D.	0	N. D.	0
Mg	1.290	3.65	2.146	1.75	1.912	4.05	1.153	3.55	0.001 9	1.05	0.019 0	4.71
Fe	0.240 0	4.26	0.754 6	1.69	0.570 2	2.78	0.066 4	3.58	0.014 8	1.33	0.050 6	3.51
K	0.223 0	4.13	0.775 0	2.10	0.572 0	2.25	0.056 3	1.30	0.025 8	3.70	0.064 9	3.36
Na	8.864	4.12	7.014	3.32	8.924	4.53	8.850	3.75	0.316 6	4.26	0.282 8	3.20
Ca	5.958	5.02	24.72	2.95	13.34	5.47	7.404	3.34	0.023 1	3.89	0.288 2	3.86
Al	10.99	5.49	22.62	3.18	19.09	5.34	0.228 0	1.20	0.050 2	3.97	0.039 8	1.48

注: 表中 N. D. 表示未检出

Table 5 Results of trace elements in wine samples($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)(n=5)

元素	7 [#]	RSD/ %	8 [#]	RSD/ %	9 [#]	RSD/ %	10 [#]	RSD/ %	11 [#]	RSD/ %	12 [#]	RSD/ %
As	0.002 6	3.63	0.001 5	3.42	0.002 8	5.09	0.005 0	1.31	0.004 6	2.56	0.003 4	2.14
Ba	N. D.	0	0.000 1	3.22	0.000 2	1.20	0.000 2	1.92	0.000 3	3.41	0.000 4	3.13
Co	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Ni	0.000 2	4.01	0.000 2	1.04	0.028 0	3.18	0.026 0	3.77	0.466 0	3.79	0.038 0	1.14
Cu	0.000 2	1.58	N. D.	0	0.002 5	1.20	0.003 4	3.16	0.006 3	3.13	0.004 4	3.60
Be	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Sr	N. D.	0	0.000 2	0	0.000 2	3.62	0.000 4	3.51	0.000 2	0	0.000 6	1.64
Cr	0.000 2	3.15	N. D.	0	0.002 7	3.68	0.003 4	3.02	0.001 9	3.44	0.003 6	3.19
Mn	0.001 1	3.80	0.000 9	1.24	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Li	0.007 3	3.57	0.010 6	1.88	0.007 8	3.43	0.006 0	3.90	0.010 4	3.54	0.007 1	3.65
P	0.087 2	2.81	0.004 1	5.07	0.007 1	3.04	0.009 8	1.90	0.013 2	1.63	0.013 9	3.67
Se	N. D.	0	N. D.	0	0.004 2	4.84	0.002 0	4.31	0.003 7	3.22	0.004 1	3.90
Pb	N. D.	0	N. D.	0	0.000 8	3.60	0.000 7	1.09	0.001 6	2.50	0.001 1	3.35
Bi	0.000 4	3.08	0.000 6	4.13	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Cd	N. D.	0	N. D.	0	0.000 2	3.61	0.000 1	3.16	0.000 1	1.13	0.000 1	3.11
B	0.052 1	3.74	0.048 6	3.25	0.038 3	4.45	0.025 0	3.42	0.030 0	3.97	0.031 7	3.63
Zn	N. D.	0	N. D.	0	0.001 2	5.11	N. D.	0	0.007 8	3.08	0.007 4	3.04
Mg	0.009 1	1.53	0.009 1	1.52	0.010 6	2.49	0.021 6	1.54	0.032 3	3.01	0.059 2	3.26
Fe	0.036 1	1.06	0.029 4	1.37	0.028 7	3.93	0.035 7	1.61	0.046 3	3.64	0.035 7	2.61
K	0.047 9	3.89	0.025 5	4.70	0.286 6	1.72	0.217 0	1.76	0.256 0	1.15	0.321 0	1.19
Na	0.308 0	1.02	0.256 0	3.57	0.290 7	3.87	0.750 7	2.40	0.825 8	1.42	0.924 6	2.46
Ca	0.116 8	2.90	0.093 0	1.52	N. D.	0	N. D.	0	0.018 4	3.56	0.221 6	1.12
Al	0.010 6	2.93	0.027 6	3.31	0.082 8	3.74	0.093 4	1.52	1.343	2.91	1.152	3.08

注: 表中 N. D. 表示未检出

Table 6 Results of trace elements in wine samples($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)(n=5)

元素	13 [#]	RSD/ %	14 [#]	RSD/ %	15 [#]	RSD/ %	16 [#]	RSD/ %	17 [#]	RSD/ %	18 [#]	RSD/ %	19 [#]	RSD/ %
As	0.008 0	3.14	0.000 8	2.43	0.003 7	4.89	N. D.	0	0.001 8	1.07	0.001 4	1.02	0.003 3	3.80
Ba	0.004 0	3.31	0.007 2	3.28	0.005 0	3.44	0.009 6	3.02	0.004 1	2.31	0.006 9	3.16	0.008 9	1.54
Co	0.000 8	2.03	0.000 9	1.26	0.000 3	3.96	N. D.	0	0.000 3	1.95	0.000 2	3.13	0.000 2	1.69
Ni	0.068 4	4.05	0.090 5	1.40	0.034 9	4.33	0.031 9	3.90	0.056 9	1.14	0.062 3	3.90	0.094 2	1.12
Cu	0.020 3	1.20	0.017 3	3.74	0.039 0	1.57	0.019 0	3.86	0.024 8	1.93	1.233	3.44	0.032 1	3.53
Be	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Sr	0.100 1	1.89	0.035 3	0.76	0.067 0	1.21	0.022 3	3.31	0.089 4	1.92	0.070 7	4.06	0.040 2	3.50
Cr	0.019 9	3.02	0.010 9	3.12	0.014 0	3.86	0.001 7	2.73	0.004 2	3.09	0.018 2	3.51	0.033 4	4.45
Mn	0.128 4	3.63	0.361 8	0.92	0.082 2	2.07	0.005 4	1.77	0.071 5	1.96	0.152 0	4.13	0.286 2	3.66
Li	0.048 8	1.36	0.027 8	3.75	0.029 6	3.64	0.006 7	4.43	0.024 0	4.01	0.070 5	2.47	0.023 4	3.83

续表 6

P	0.322 8	3.81	0.232 2	3.88	0.166 8	3.54	0.022 6	2.65	0.179 2	3.45	0.034 0	3.26	0.123 0	2.42
Se	0.004 3	3.83	0.005 4	2.34	0.005 1	2.96	0.005 3	5.22	0.002 9	1.11	0.003 6	3.70	0.001 4	5.18
Pb	N. D.	0	0.000 1	3.02	0.000 8	3.67	0.001 3	3.11	0.000 4	2.76	0.001 6	3.38	0.005 0	4.23
Bi	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0	N. D.	0
Cd	0.000 5	2.08	0.000 4	2.56	0.000 4	3.52	0.000 2	3.76	0.000 6	1.43	0.000 4	2.56	0.000 8	1.17
B	0.093 8	4.94	0.057 4	3.71	0.031 0	3.69	0.020 7	3.72	0.023 1	3.64	0.130 9	5.24	0.054 6	3.63
Zn	0.652 4	3.05	0.356 2	2.54	0.543 2	5.15	0.220 6	3.03	0.712 8	3.17	0.677 1	3.36	0.175 0	1.04
Mg	2.572	0.43	0.872 4	2.93	1.232	2.64	0.187 1	3.78	1.602	0.91	1.654	3.62	1.600	3.14
Fe	0.205 8	3.14	0.429 2	1.36	0.449 2	1.07	0.083 8	2.11	0.580 2	5.13	1.196	4.36	0.893 4	3.16
K	6.768	5.22	2.818	2.40	4.828	2.31	1.259	4.90	5.154	2.45	8.640	3.06	5.286	3.52
Na	33.62	1.27	9.338	2.06	17.00	1.60	2.096	1.16	10.27	2.90	17.98	5.23	15.39	3.31
Ca	20.72	5.06	13.48	2.55	24.52	4.32	5.632	5.81	37.90	0.92	22.90	3.78	12.78	3.42
Al	3.328	2.72	0.987 6	2.47	2.530	2.24	0.265 6	3.91	6.068	0.92	9.634	4.96	88.30	3.94

注:表中 N. D. 表示未检出

2.4 加标回收实验

为了考察方法的可行性,选取 2# 酒样样品进行了加标回收实验,分别添加浓度为 1.0 和 2.0 mg · L⁻¹ 的多元素混合标准溶液到样品中,平行测定 3 次。结果表明,各元素回收率在 90.5%~107.6%之间,准确度较好,表明方法可满足实际样品分析。

3 结 论

(1)微量元素是构成人体组织并调节生理机能的重要组成部分。人体含微量元素较少,但在维持机体代谢和健康方面起着重要作用^[13-17]。由表 4~表 6 测定结果可见,白酒中富含 K, Na, Ca, Al 等元素,不同地域生产的白酒以及同一厂家生产的不同酒精度和品质白酒中铝的含量有显著差异,最低为 0.010 6 mg · L⁻¹,最高达到 88.30 mg · L⁻¹,这可能与酒厂水源和酿造工艺不同有一定关系。目前我国铝资源开发普遍,生活铝具多,这是引起饮食铝含量过高的主要原因。已有的研究资料表明,微量元素铝是一种低毒性元素。现报批的饮用水国家卫生标准已将铝含量列入其中。酒是人们常

用的食品之一,如果长期饮用高铝含量的酒,将导致机体铝负荷加大,引起神经系统的疾病发生^[18,19]。因此,加强酒中铝的监测及控制意义重大。

(2)由于地域的差异,贮酒容器和水质的不同,生产工艺的差别,使得各地所产的酒中微量元素含量也存在一定差异,此差异可作为鉴别不同酒的一种依据。表 4~表 6 中列出了江西 4 个不同厂家白酒中微量元素的含量,各个白酒中的微量元素有各自的特点。A 厂白酒中的 Zn, K, Na, Ca 含量总体低于其他厂家生产的白酒,只有 A 厂白酒中含有少量的 Bi; B 厂白酒中的 Co, P, Se 含量较高; C 厂白酒中的 Cu, Fe, K 含量均高于其他厂家;而 D 厂白酒中的 Al 含量明显高于其他厂家。

(3)同一厂家生产的不同酒精度白酒中微量元素也存在一定差异。除 Be 含量在所有酒样中未检出外,由表 4 和表 5 的测试结果可见,在 A 厂家白酒中,38 酒中微量元素总体含量,除 Bi 外均比 64 酒较高,这除了与加浆水有关外,还与酒中的有机酸有关。不同生产年份的 64 酒中,微量元素 Ba, P, Mg, Na 的含量随着储存时间的延长而增大,这可能与储存的容器有关。

参 考 文 献

- [1] LIU Pei-long, TAN Wan-yu, LIAN Shun-cai, et al(刘沛龙,唐万裕,练顺才,等). Liquor-Making Science and Technology(酿酒科技), 1997, (6): 23.
- [2] MIAO Yan-lin, LIU Hua(苗延林,刘 晔). Liquor-Making(酿酒), 2004, 31(4): 83.
- [3] ZHANG Wei, ZHENG Zhuo-yong, SHI Yan-zhi, et al(张 薇,张卓勇,施燕支,等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2006, 26(5): 963.
- [4] LIANG Bao-an, FU Hua-feng(梁保安,付华峰). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2007, 27(8): 1640.
- [5] LI Xi-feng, XUE Qir-ping, DONG Cheng-ming(李喜凤,薛秋萍,董诚明). Science of Guangdong Trace Elements(广东微量元素科学), 2006, 13(6): 23.
- [6] LI Ming-yuan(李明远). Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory(光谱实验室), 2007, 24(3): 618.
- [7] YU Dan-feng(余丹凤). Journal of Guizhou University (Natural Sciences)(贵州大学学报·自然科学版), 2007, 24(4): 429.
- [8] CHEN Qing, LU Guo-cheng(陈 清,卢国垠). Trace Element and Health(微量元素与健康). Beijing: Peking University Press(北京:北京大学出版社), 1989. 218.
- [9] WAN Yi-qun, LIU Ying-xia, GUO Lan, et al(万益群,柳英霞,郭 岚,等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2007, 27(1): 160.

- [10] ZHANG Yi-min, JIANG Hun, LÜ Xue-bin, et al (张毅民, 姜 晕, 吕学斌, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2006, 26(3): 554.
- [11] HAN Li-xin, LI Ran (韩立新, 李 冉). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2002, 22(2): 304.
- [12] FU Zhi-hong, XIE Ming-yong, ZHANG Zhi-ming, et al (付志红, 谢明勇, 章志明, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2004, 24(6): 737.
- [13] WANG Kui, TANG Ren-huan, XU Hui-bi, et al (王 葵, 唐任寰, 徐辉碧, 等). Trace Elements in Life Science (生命科学中的微量元素). Beijing: China Metrology Press (北京: 中国计量出版社), 1996. 1.
- [14] GONG Ji-yu, XU Tian-yang, YU Peng, et al (贡济宇, 许天阳, 于 澎, 等). Study of Trace Element and Health (微量元素与健康研究), 2002, 19(4): 68.
- [15] YANG Li-zhu, YANG Xiao-feng, AI Chang-chun (杨丽珠, 杨小凤, 艾常春). Science Trace Elements Guangdong (广东微量元素科学), 2006, 13(1): 60.
- [16] SUN Yong, YANG Gang, ZHANG Jin-ping, et al (孙 勇, 杨 刚, 张金平, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2007, 27(2): 371.
- [17] LÜ Shui-yuan, LIU Wei, LIN Hua, et al (吕水源, 刘 伟, 林 华, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis (光谱学与光谱分析), 2006, 26(3): 557.
- [18] LIU Wen-xin, LUAN Zhao-kun, TANG Hong-xiao, et al (刘文新, 栾兆坤, 汤鸿霄, 等). Environment and Health Magazine (环境与健康杂志), 1997, 14(1): 44.
- [19] JIA Jian-bing (加建斌). Journal of Anhui Agricultural Sciences (安徽农业科学), 2007, 35(24): 7388.

Determination of 23 Trace Elements in Wines by ICP-AES

WAN Yi-qun^{1,2}, PAN Feng-qin², LIU Ying-xia², YU Yong²

1. The Key Laboratory of Food Science of Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330047, China
2. Center of Analysis and Testing, Nanchang University, Nanchang 330047, China

Abstract In the present paper, the contents of trace elements As, Ba, Co, Ni, Cu, Be, Sr, Cr, Mn, Li, P, Se, Pb, Bi, Cd, B, Zn, Mg, Fe, K, Na, Ca and Al in nineteen wines produced in Jiangxi province were determined by using inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry (ICP-AES). The differentiation in the trace elements between wines was studied in terms of different producing regions, as well as different alcoholic degrees and qualities from the same manufacturer. The experimental results indicated that with the samples cleared up completely by a small quantity of nitric acid the method could satisfy the request of ICP-AES analysis. The relative standard deviations of the method were between 0 and 5.81%, and the recovery rates were between 90.5% and 107.6%. The measuring method provided better accuracy and precision, and the trace elements showed definite differences between wines produced from different regions and with different alcoholic degrees and qualities from the same manufacturer. For instance, there is small amount of element Bi only in the wines of A factory, the content of elements Co, P and Se is higher in the wines of B factory, the content of elements Cu, Fe, K is higher in the wines of C factory, and the content of element Al in the wines of D factory is obviously higher than others. So the research results in this paper provided the theoretical basis for further study of the relationship between wine qualities and trace elements.

Keywords ICP-AES; Wines; Trace elements

(Received Aug. 10, 2007; accepted Nov. 16, 2007)