

ICP-MS 法测定茶叶及其多糖提取物中的降血糖相关性元素

谢明勇¹, 聂少平¹, 傅博强², 王小如²

1 南昌大学食品科学教育部重点实验室, 江西 南昌 330047

2 厦门大学现代分析科学教育部重点实验室, 福建 厦门 361005

摘要 采用微波溶样 ICP-MS 法测定了江西婺源绿茶茶叶、茶叶温水及热水浸提液和茶多糖中降血糖相关性元素(ERBS)的含量,探讨了 ERBS 含量与茶叶品质老嫩以及茶多糖中 ERBS 含量与茶叶中 ERBS 总量的关系。结果表明,茶叶品质老嫩不同,茶叶以及茶多糖中各 ERBS 含量存在一定差异,由品质差的茶叶提取得到的茶多糖中的 ERBS 的量较高。茶叶中结合于多糖中的各 ERBS 占相应 ERBS 总量的比例在 0.03%~9.57% 之间,与元素种类、茶叶品质有关。结合于多糖中的 ERBS 占茶叶 ERBS 总量的比例,鄣山特级和五级茶分别为 1.11% 和 2.10%,对孤山老叶茶,为 0.85%。测定结果可以作为选择提取茶多糖茶叶原料的依据,也可为研究茶多糖可能的降血糖机理提供可靠的无机元素方面的数据。

主题词 绿茶; 多糖; ICP-MS; 元素; 降血糖

中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0593(2006)09-1710-06

引言

糖尿病是一种常见的、多病因的、有遗传倾向的内分泌代谢紊乱性疾病,已成为当今威胁人类健康的第三大疾病。在中国及日本民间常用粗老茶治疗糖尿病。蔡鸿恩^[1]用粗老茶治糖尿病,临床观察其有效率达 70%。李布青等^[2]报道,用丙酮沉淀获得的茶多糖降血糖作用最佳,小鼠腹腔注射 $300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, 7 h 后血糖下降了 70%,实验结果表明茶多糖对糖代谢的影响与胰岛素类似。

关于糖尿病的病因有很多学说,无机元素学说^[3]认为由于人体中某些无机元素是维持机体中某些具有特殊生理功能所必需的成分,还是很多酶系的激活剂或组成成分,因而由于某些无机元素特别是一些微量元素的缺乏而造成机体内糖、脂和蛋白质的代谢紊乱是导致糖尿病的根本原因。人类通过对 25 种生命元素的化学和生理学研究发现^[4,5], 3 种必需常量元素(K, Ca, Mg)和 8 种必需微量元素(Mn, Zn, Cu, Fe, V, Cr, Ni, Se)参与了人体的糖代谢过程,对维持人体正常的血糖和尿糖水平有极为重要的意义。

微量元素的测定方法有原子吸收分光光度法(AAS)^[6]、石墨炉原子吸收光谱法(GFAAS)^[7]、火焰原子吸收光谱法(FAAS)^[8]、电感耦合等离子体原子发射光谱法(ICP-AES)^[9]、电感耦合等离子体质谱法(ICP-MS)^[10]和氢化物荧

光法(AFS)^[11]等。ICP-MS 法相对其他方法具有检出限低(可达 $0.1 \sim 100 \text{ ng} \cdot \text{mL}^{-1}$),准确度高,抗干扰能力强,快速等优点,是国际上微量和痕量元素定量分析所采用的最先进方法。本研究从无机元素的角度,采用电感耦合等离子体质谱(ICP-MS)法测定了绿茶多糖提取物中参与人体糖代谢或具有降血糖作用的元素(又称为降血糖相关性元素^[12],下文简称 ERBS)的组成和含量分布,以便为研究茶叶多糖可能的降血糖机理提供可靠的无机元素方面的数据。

1 材料与方法

1.1 实验材料

江西婺源大鄣山顶特级绿茶、鄣山车田五级绿茶(江西省婺源绿色企业集团);孤山老叶绿茶(江西省婺源孤山茶场);标准参考物灌木枝叶组合样 GBW 07603(GSV-2,采自青海大柴旦)、茶叶 GB 07605(GSV-4,采自江西婺源,由地矿部化探分析质量监控站提供)。

QCS-19 标准溶液(浓度为 10^{-4}),超纯水($18.2 \text{ M}\Omega$),硝酸、双氧水为优级纯(G.R.),无水乙醇、氯仿、丙酮、乙醚为分析纯(A.R.); $0.45 \mu\text{m}$ 滤膜(上海华洁滤膜有限公司)。

1.2 实验设备

MK-III型光纤压力自控密闭微波快速消解系统(煤炭科

收稿日期: 2005-06-08, 修订日期: 2005-10-23

基金项目: 国家自然科学基金(20462005)和江西省主要学科学术和技术带头人培养资助项目

作者简介: 谢明勇, 1957 年生, 南昌大学食品科学教育部重点实验室教授

学研究总院上海分院新科微波溶样技术研究所), 4500 系列电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)(美国 Agilent 公司), Milli-Q⁵⁰超纯水处理系统(美国 Millipore 公司), MIKRO 22R 型冷冻离心机(18 000 r·min⁻¹)(德国 Itettich 公司), AJ100 型电子天平(瑞士 Mettler-Toledo 公司), HHS 型电热恒温水浴锅(上海医疗器械五厂)。

1.3 实验方法

1.3.1 茶叶多糖的制备

称取已干燥的 40 目茶叶粉末 25 g, 加 250 mL 超纯水(1:10), 55℃水浴提取 1 h, 间歇搅拌, 200 目滤布过滤, 滤渣加 125 mL 蒸馏水(1:5), 55℃水浴再提取 0.5 h, 间歇搅拌, 过滤, 合并两次滤液, 离心分离(4 500 r·min⁻¹, 10 min), 真空浓缩(55℃, 50 r·min⁻¹, 真空度 0.095 MPa)至 20 mL, 加入无水乙醇使乙醇浓度达 70%, 于 4℃冰箱中过夜醇沉, 离心分离出沉淀。若将此沉淀直接洗涤后真空干燥, 则得到茶叶多糖粗品; 若要得到初步纯化的茶叶多糖, 则需用 60 mL 超纯水复溶, Sevage 法除蛋白, 反复进行至无变性蛋白层, 将水层装入分子量为 8 000~10 000 的透析袋中用超纯水透析 48 h, 每天换 6 次水, 然后在透析液中加入无水乙醇使乙醇浓度达 80%, 于 4℃冰箱中过夜醇沉, 离心分离(4 500 r·min⁻¹, 10 min), 沉淀依次用无水乙醇、丙酮、乙醚各洗一次, 真空干燥(45℃, 0.095 MPa)至恒重, 即得茶多糖。称重, 计算得率, 备用。

若要制取酶提粗多糖, 则按文献中的方法^[3]。

1.3.2 绿茶温水提取液的制备

精确称取约 1 000 g 茶叶, 提取方法同 1.3.1 节, 提取滤液合并离心后, 用超纯水定容至 50 mL, 过 0.45 μm 滤膜备用。

1.3.3 绿茶沸水提取液的制备

精确称取约 0 500 0 g 茶叶, 加入 100℃超纯水 30 mL(1:60), 100℃水浴 10 min, 4 500 r·min⁻¹, 10 min, 用超纯水定容至 50 mL, 过 0.45 μm 滤膜备用。

1.3.4 微波消解

茶叶粉碎后过 60 目筛, (103±2)℃烘 4 h 至恒重。精确称取约 0 500 0 g, 放入 PTFE 消解罐中, 加入 5 mL 浓硝酸, 室温下预消化过夜。放入消化外罐在微波消解系统中消化。消解条件: 满功率(800 W), 1 个压力(0.5 MPa)1 min, 2 个压力(1.0 MPa)1 min, 3 个压力(1.5 MPa)3 min。自然冷却后取出。加 1 mL 30% 双氧水, 2 h 后, 2 个压力微波溶样 3 min, 冷却后取出, 移入 50 mL 容量瓶中, 用超纯水定容至刻度。标准参照物和空白采用同样方式消解。每种样品和试剂空白一式三份。对茶叶多糖, 取样量为 0 150 0~0 200 0 g。

1.3.5 样品测定

用 ICP-MS 法测定。先测定浓度为 0, 1, 10, 50, 100×10⁻¹² 的标准溶液中的元素含量, 据之绘制标准工作曲线。然后依此测定标准参照物、茶叶、茶叶多糖及茶叶水提取液中元素的含量。ICP-MS 工作参数见表 1。

2 结果与讨论

2.1 元素含量测定结果

(1) 标准参照物中元素测定结果

为了考察本方法的正确性和精确度, 以相同条件分析了国家一级标准物质灌木枝叶组合样 GBW 07603(GSV-2, 采自青海大柴旦)和茶叶 GB 07605(GSV-4, 采自江西婺源), 结果汇总于表 2, 表中同时给出了各元素的标准参考值。

Table 1 Parameters of ICP-MS

参数	设定值	参数	设定值
RF 功率/W	1 200	S/C 温度/℃	2 0
采样锥孔径/mm	1.0	截取锥孔径/mm	0.4
等离子气体流量/(L·min ⁻¹)	16.0	辅助气流量/(L·min ⁻¹)	1.0
载气流量/(L·min ⁻¹)	0.98	分辨率/AMU	0.7
各元素积分时间/ms	300	测量循环次数	3
样品提升率/(mL·min ⁻¹)	1.0	分析室气压/Pa	2.23×10 ⁻⁵

Table 2 Analytical results and certified values of national reference material

元素	灌木枝叶(GBW 07603)		茶叶(GBW 07605)		元素	灌木枝叶(GBW 07603)		茶叶(GBW 07605)	
	标准值/ (μg·g ⁻¹)	测得值/ (μg·g ⁻¹)	标准值/ (μg·g ⁻¹)	测得值/ (μg·g ⁻¹)		标准值/ (μg·g ⁻¹)	测得值/ (μg·g ⁻¹)	标准值/ (μg·g ⁻¹)	测得值/ (μg·g ⁻¹)
Mg	4 800±3 00	5 100	1 700±1 00	1 900	Ni	1.7±0.2	1.6	4.6±0.3	4.9
Ca	16 800±600	21 000	4 300±200	5 400	Cu	6.6±0.4	7.0	17.3±1.0	18.1
V	2.4±0.2	2.1	0.86	0.74	Zn	55±2	47	26.3±0.9	24.6
Cr	2.6±0.1	2.2	0.80±0.02	1.00	As	1.25±0.10	1.56	0.28±0.03	0.32
Mn	61±3	69	1 240±40	1 400	Se	0.12±0.02	0.12	0.072	0.090
Fe	1 070±40	1 050	264±10	287	Cd	0.38	0.43	0.057	0.049
Co	0.41±0.03	0.43	0.18±0.02	0.19	Pb	47±2	46	4.4±0.2	4.1

比较测定结果可以发现, 所测标准物质测得值和标准值基本一致, 各元素的回收率在 81%~125% 的范围内, 说明本文分析方法可靠, 可用于茶叶样品相关元素的测定。

(2) 茶叶中 ERBS 含量测定结果见表 3。

(3) 绿茶温水及沸水提取液中水溶性 ERBS 测定结果, 见表 4。

(4) 茶叶多糖中 ERBS 测定结果见表 5。

Table 3 Contents and percentages of ERBS in several kinds of green tea

	鄞山顶特级绿茶		鄞山车田五级绿茶		孤山老叶绿茶	
	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例/%	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例/%	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例/%
Mg	1 632	43 13	1 316	23 66	1 226	15 77
Ca	1 751	46 28	2 983	53 64	3 125	40 21
Mn	217. 9	5 76	893. 2	16 06	1268. 1	16 31
Fe	126 0	3 33	333 3	5 99	2 118 0	27 25
Zn	32 77	0 866	18 57	0 334	10. 69	0 138
Cu	14 90	0 394	13 87	0 249	18. 26	0 235
Ni	8 607	0 228	2 843	0 051	5. 577	0 072
Cr	0 319	0 008 4	0 358	0 006 4	1. 000	0 012 9
V	0 084 8	0 002 2	0 066 0	0 001 2	0 070 5	0 000 9
Se	0 003 91	0 000 1	< 0 000		0 000 408	

Table 4 Contents and percentages of ERBS in several kinds of green tea infusion extracted by warm water and boiling water

	温水提取液(鄞山顶特级绿茶)		温水提取液(鄞山车田五级绿茶)		温水提取液(孤山老叶绿茶)		沸水提取液(鄞山车田五级绿茶)	
	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例/%	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例/%	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例/%	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例/%
Mg	142 2	74 68	42 6	43 73	546 8	47 42	588 0	44 56
Ca	2 899	1 522	4 248	4 355	223 700	19 400	345 000	26 15
Mn	31. 87	16 73	47. 22	48 42	356 00	30 88	366 10	27 74
Fe	0 018 9	0 010	< 0 000		3 383 0	0 293	2 396 0	0 182
Zn	8 588	4 509	1 322	1 355	3 647	0 316	10 970	0 831
Cu	2 684	1 409	1 535	1 574	11 350	0 984	3 844	0 291
Ni	2 140	1 123	0 540	0 554	7 577	0 657	3 108	0 236
Cr	0 006 47	0 003	0 005 42	0 006	0 478 00	0 041	0 083 30	0 006
V	0 016 1	0 008	0 015 3	0 016	0 002 77	0 000 2	< 0 000	
Se	< 0 000		< 0 000		< 0 000		< 0 000	

Table 5 Contents and percentages of ERBS in several kinds of green tea polysaccharides water

	鄞山顶特级绿茶		鄞山车田五级绿茶		孤山老叶绿茶		鄞山车田五级绿茶		鄞山车田五级绿茶	
	初步纯化多糖		初步纯化多糖		初步纯化多糖		未纯化多糖		酶提未纯化多糖	
	含量 /($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例 /%	含量 /($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例 /%	含量 /($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例 /%	含量 /($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例 /%	含量 /($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	比例 /%
Mg	344 8	40 91	954 6	42. 25	416 4	35 37	26 705	56 85	14 422	44 35
Ca	235 4	27. 93	675 6	29. 90	531 1	45 10	574 4	12 23	845 7	26 01
Mn	251 5	29 84	583 1	25. 80	165 5	14 06	14 226	30 28	8 809	27. 09
Fe	77. 47	0 919	358 00	1. 584	512 70	4 35	169 40	0 361	396 30	1 218
Zn	25 74	0 305	78 17	0 346	54 04	0 459	90 78	0 193	339 90	1 045
Cu	6 432	0 076 3	13 890	0 061 5	53 790	0 457	24 680	0 052 5	72 880	0 224
Ni	0 56	0 006 7	6 04	0 026 7	14 49	0 123	11 76	0 025 0	11 07	0 034
Cr	0 38	0 004 5	6 6	0 029 3	8 5	0 072	3 6	0 007 7	6 3	0 019 4
V	< 0 000	< 0 000			0 242	0 002 1	0 172	0 000 4	0 898	0 002 8
Se	< 0 000		0 018	0 000 1	0 019	0 000 2	0 145	0 000 3	0 083	0 000 3

2 2 讨论

2. 2. 1 不同老嫩度茶叶中 ERBS 含量的比较^[14, 15]

表 6 为不同老嫩度茶叶中几种 ERBS 含量的比较。

由表 6 可以看出, 随茶叶成熟度的增加, Ca, Mn, Fe 的含量均增大, 而 Mg, Zn 的含量逐渐减少。这说明茶叶对 Ca, Mn, Fe 有富集作用, 而对 Mg, Zn 则可能是因为随茶叶老嫩度增加, 在茶树体内逐渐迁移至嫩叶部分。Fe 在老叶茶

中含量很高, 可能是因为此茶为非有机茶, 炒制过程中采用了铁制器具而受到污染。对不同产地的茶叶, 孤山老叶绿茶中 Mn, Cr 的含量相对鄞山 5 级绿茶分别高 42 0% 和 179%, 其他相差不大。

2 2 2 温水及热水浸泡对 ERBS 的浸出率
浸出率的结果见表 7。

Table 6 Contents of ERBS in tea of different mature extent

元素	含量/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)		
	特级	五级	老叶
Ca	1 751	2 983	3 125
Mg	1 632	1 316	1 226
Mn	217.9	893.2	1 268
Fe	126.0	333.3	2 118
Zn	32.77	18.57	10.69

Table 7 The ratio of ERBS in several kinds of green tea infusion extracted by warm water and boiling water

元素	浸出率/%			
	温水提取液		沸水提取液	
	特级	五级	老叶	五级
Mg	8.72	3.24	44.6	44.7
Ca	0.17	0.14	7.16	11.6
Mn	14.6	5.29	28.1	41.0
Fe	0.02		0.16	0.72
Zn	26.2	7.12	34.1	59.0
Cu	18.0	11.1	62.1	27.7
Ni	24.9	19.0	135.9	109.3
Cr	2.03	1.52	47.8	23.3
V	19.0	23.3	3.93	0.00
Se	<0.00	<0.00	<0.00	<0.00

注: 浸出率= 提取液中某水溶性 ERBS 的含量($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 茶叶)/茶叶中相应 ERBS 的含量($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 茶叶) $\times 100$

从表 7 可以看出, 对同一产地的茶叶, 茶叶品质越好(二

者老嫩度差别不是很显著), ERBS 的浸出率越高。而对孤山老叶茶, 它是很老的茶叶, 其 ERBS 的浸出率远高于鄣山绿茶, 这可能是由于其中很多 ERBS 以有机态络合于可溶性多糖、蛋白中, 而随这些物质一起浸出。这也许是老叶茶降血糖效果好的一个原因。有待从元素结合形态的角度用 HPLC-ICP-MS 联用技术进一步进行验证。

各元素的浸出率也存在差异, 据表 3, 虽然茶叶中 Ca 含量很高, 但其浸出率不太高, 这是因为 Ca 主要以氯化物、硫酸盐、磷酸盐的形式存在, 而钙的硫酸盐在水中难溶, 磷酸盐不溶于水。Fe 浸出率也不太高, 是因为铁在茶叶中主要以植酸、草酸和磷酸盐的形式存在, 它们均不溶于水。Mn, Zn, Cu, Ni, V 的浸出率较高, 可能一方面是由于它们的盐多可溶, 另一方面多被络合于可溶性多糖、蛋白中, 从而容易浸出。

由表 7 还可看出, 提高浸提温度, 如采用泡茶的方法, 即沸水浸提, ERBS 的浸出率大大提高, 提高倍数一般在 5~15 倍之间, Ca 增加最多, 为温水的 83 倍。

2.2.3 不同品质茶叶的茶多糖中 ERBS 含量的比较

从表 5 可以看出, 由鄣山顶特级绿茶提取得到的初步纯化多糖中的 ERBS 含量相对鄣山车田 5 级绿茶提取得到的初步纯化多糖低。对 Cu, Ni, Cr, V 和 Se, 品质差的鄣山车田 5 级绿茶和孤山老叶茶均比品质好的鄣山顶特级绿茶高很多倍。

2.2.4 同| 种茶叶不同纯度茶多糖中 ERBS 含量的比较

表 8 为鄣山车田 5 级绿茶不同纯度茶多糖中 ERBS 含量及其占茶叶相应 ERBS 总量比例的比较。

Table 8 Contents of ERBS in different purity polysaccharides of Mt Zhang Che-tian Grade 5 green tea and the percentage accounting for the total ERBS in tea

元素	初步纯化多糖	酶提粗多糖	水提粗多糖	初步纯化多糖	酶提粗多糖	水提粗多糖
	PPE($\mu\text{g}/\text{g}$ 茶叶)	ECPE($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 茶叶)	CPE($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 茶叶)	PPE/TE/%	ECPE/TE/%	CPE/TE/%
Mg	49.4	160.1	450.0	3.75	12.2	34.2
Ca	34.9	93.9	96.8	1.17	3.15	3.25
Mn	30.1	97.8	239.7	3.37	11.0	26.8
Fe	1.85	4.40	2.86	0.56	1.32	0.86
Zn	0.40	3.77	1.53	2.18	20.3	8.24
Cu	0.0718	0.809	0.416	0.52	5.83	3.00
Ni	0.0312	0.123	0.198	1.10	4.32	6.97
Cr	0.0342	0.0700	0.0610	9.57	19.5	17.1
V	<0.000	0.00997	0.0029		15.1	4.38
Se	9.223E-05	0.000917	0.0024			

注: PPE 为每克茶叶中结合于初步纯化多糖中的 ERBS 的含量, ECPE 为每克茶叶中结合于酶提粗多糖中的 ERBS 的含量, CPE 为每克茶叶中结合于水提粗多糖中的 ERBS 的含量, TE 为每克茶叶中 ERBS 的总量。

$\text{PPE}(\mu\text{g}/\text{g}\text{茶叶}) = \text{每克初步纯化多糖中的 ERBS 的含量}(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{多糖}) \times \text{初步纯化多糖的提取率}(5.17 \times 10^{-3}\text{g 多糖}/\text{g 茶叶})$

$\text{ECPE}(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{茶叶}) = \text{每克酶提粗多糖中的 ERBS 的含量}(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{多糖}) \times \text{酶提粗多糖的提取率}(11.1 \times 10^{-3}\text{g 多糖}/\text{g 茶叶})$

$\text{CPE}(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{茶叶}) = \text{每克水提粗多糖中的 ERBS 的含量}(\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}\text{多糖}) \times \text{水提粗多糖的提取率}(16.9 \times 10^{-3}\text{g 多糖}/\text{g 茶叶})$

由表 8 可以看出, 随茶多糖纯度增加, 其所含的 ERBS 的量减少。但由表 5 可看出, 其占相应多糖 ERBS 总量的比例还是较为一致的。含量的差异可能是由于不纯的茶多糖中的杂质如蛋白质、其他分子量的多糖类物质也会络合或吸附

ERBS 造成的。从元素的角度考虑, 多糖纯化与否并不影响它的降血糖活性。

2.2.5 不同茶叶多糖中 ERBS 含量及其占 ERBS 总量、温水浸提液中水溶性 ERBS 的比例

表 9 为不同茶叶多糖中 ERBS 占 ERBS 总量、温水浸提液中水溶性 ERBS 的比例。

Table 9 The percentage of ERBS in tea polysaccharide accounting for the ERBS in tea and tea infusion

元素	鄞山顶特级绿茶(初步纯化多糖)		鄞山车田五级绿茶(初步纯化多糖)		孤山老叶绿茶(初步纯化多糖)	
	PPE/TE/ %	PPE/TIE/ %	PPE/TE/ %	PPE/TIE/ %	PPE/TE/ %	PPE/TIE/ %
Mg	1.06	12.1	3.75	115	1.91	4.28
Ca	0.67	406	1.17	822	0.96	13.3
Mn	5.77	39.4	3.37	63.8	0.73	2.61
Fe	0.31	2.044	0.56		0.14	85.2
Zn	0.39	1.50	2.18	30.6	2.84	8.33
Cu	0.22	1.20	0.52	4.68	1.66	2.66
Ni	0.03	0.13	1.10	5.78	1.46	1.08
Cr	0.60	29.5	9.57	631	4.78	10.0
V			0.0		1.93	49.1
Se			0.0		26.0	

注: PPE 为每克茶叶中结合于初步纯化多糖中的 ERBS 的含量, TIE 为每克茶叶所得温水浸提液中水溶性 ERBS 的含量, TE 为每克茶叶中 ERBS 的总量。PPE/TE×100= 茶叶中结合于多糖中的某种 ERBS 占相应 ERBS 总量的比例; PPE/TIE×100= 茶叶温水浸提液中结合于多糖中的某种 ERBS 占温水浸提液中水溶性相应 ERBS 含量的比例。

由表 9 可以看出, 茶叶中结合于多糖中的 ERBS 占相应 ERBS 总量的比例及茶叶温水浸提液中结合于多糖中的某种 ERBS 占温水浸提液中水溶性相应 ERBS 含量的比例还是很小的, 茶叶不同, 所占比例也不同。总体上看, 对同一产地的鄞山绿茶, 茶叶品质越低, 结合于多糖中的 ERBS 越多, 就全部 ERBS 而言, 结合于多糖中的 ERBS 占茶叶 ERBS 总量的比例, 鄞山特级和五级茶分别为 1.11% 和 2.10%, 对孤山老叶茶, 为 0.85%, 它是很老的茶树叶, 结合于多糖中的 Cu, V, Se 相对鄞山绿茶高很多, 其他 ERBS 相差不大。

3 结 论

通过测定茶叶、茶叶温水及热水浸提液和茶多糖中降血糖相关性元素的含量发现, 随茶叶成熟度的增加, Ca, Mn,

Fe 的含量均增大, 而 Mg 和 Zn 的含量逐渐减少; 对同一产地的茶叶, 茶叶品质越好(二者老嫩度差别不是很显著), ERBS 的浸出率越高; 由于各种 ERBS 在茶叶中的存在形态不同, 因此它们的浸出率不同, 虽然茶叶中 Ca 和 Fe 含量较高, 但浸出率不太高, 而 Mn, Zn, Cu, Ni 和 V 的浸出率较高; 对于由同一种茶叶提取得到的茶多糖随纯度增加, 其所含的 ERBS 的量减少; 由品质差的茶叶提取得到的茶多糖中的 ERBS 的量较高; 茶叶中结合于多糖中的 ERBS 占相应 ERBS 总量的比例在 0.03% ~ 9.57% 之间, 茶叶不同, 所占比例也不同; 结合于多糖中的 ERBS 占茶叶 ERBS 总量的比例, 鄞山特级和五级茶分别为 1.11% 和 2.10%, 对孤山老叶茶, 为 0.85%。测定结果在一定程度上可以解释不同茶叶降血糖效果好坏的原因, 同时可以作为选择提取茶多糖茶叶原料的依据。

参 考 文 献

[1] CAI Hong-en(蔡鸿恩). Tea Bulletin(茶叶通报), 1979, 11(2): 58.

[2] LI Bu-qing, ZHANG Hu+ling, SHU Qing-ling, et al(李布青, 张慧玲, 舒庆龄, 等). Journal of Tea Science(茶叶科学), 1996, 16(1): 67.

[3] ZHOU Mei-yu, WANG Li-ping, WANG Yu-gui, et al(周美宇, 王立平, 王玉贵, 等). Studies of Trace Elements and Health(微量元素与健康研究), 1999, 16(4): 29.

[4] WANG Kui, TANG Ren-huan, XU Hu+bi(王 夔, 唐任寰, 徐辉碧). Trace Elements Analysis and Data Handbook in Life Science(生命科学中的微量元素分析与数据手册). Beijing: Chinese Metrology Press(北京: 中国计量出版社), 1998. 11, 1.

[5] LI Lei, XIE Ming-yong, YI Xing(李 磊, 谢明勇, 易 醒). Studies of Trace Elements and Health(微量元素与健康研究), 1999, 16(3): 69.

[6] LIU Wei-ming, LENG Hong-xia, ZHU Zhi-guo, et al(刘伟明, 冷红霞, 朱志国, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2001, 21(3): 397.

[7] LIANG Shu-xuan, SUN Han-wen(梁淑轩, 孙汉文). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2002, 22(5): 847.

[8] PENG M+jun, ZHOU Qing-ping(彭密军, 周清平). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2000, 20(1): 89.

[9] 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.

[10] WANG Xiao-yi, ZHU W, Witkamp G T, et al(王小逸, ZHU W, Witkamp G T, 等). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2004, 24(6): 737.

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

谱分析), 2003, 23(6): 1167.

- [11] SUO You-rui, LI Tian-cai(索有瑞, 李天才). Spectroscopy and Spectral Analysis(光谱学与光谱分析), 2002, 22(5): 850.
- [12] LI Lei, ZHAO Li, XIE Ming-yong, et al(李磊, 赵丽, 谢明勇, 等). Journal of Xiamen University (Natural Science)(厦门大学学报·自然科学版), 2003, 42(1): 73.
- [13] FU Bo-qiang, XIE Ming-yong, ZHOU Peng, et al(傅博强, 谢明勇, 周鹏, 等). Journal of Wuxi University of Light Industry(无锡轻工大学学报), 2002, 21(4): 362.
- [14] MA Yong-huan, QIU Xiang-guo, XIE Ming-yong(马永焕, 丘相国, 谢明勇). Journal of Nanchang University(Engineering and Technology)(南昌大学学报·工科版), 1993, 15(3, 4): 1.
- [15] XIE Ming-yong, WEN Hui-liang, Von Bohlen, et al(谢明勇, 温辉梁, Von Bohlen, 等). Journal of Tea Science(茶叶科学), 2000, 20(1): 51.

Determination of Elements Related to Reducing Blood Sugar(ERBS) in Tea and Tea Polysaccharide by ICP-MS

XIE Ming-yong¹, NIE Shao-ping¹, FU Bo-qiang², WANG Xiao-ru²

1. Key Laboratory of Food Science of Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330047, China

2. Key Laboratory of Analytical Science of Ministry of Education, Xiamen University, Xiamen 361005, China

Abstract Contents of elements related to reducing blood sugar (ERBS) in several kinds of green tea of Wuyuan county, their tea infusion extracted by warm water and boiling water and tea polysaccharide (TP) were determined by ICP-MS, after the samples were digested with acids by microwave method. The relation between the amount of ERBS and tea quality and the relation between the content of ERBS in TP and the total content in tea were discussed. The results showed that the amounts of ERBS in tea and TP are different in various samples. The amount of ERBS in TP extracted from coarse tea was higher than that from fresh tea. The percentage of certain ERBS in TP accounting for the ERBS in tea ranged from 0.03% to 9.57%. As to the total ERBS in TP extracted from Mt. Zhang super grade tea and grade 5 tea, the percentages were 1.11% and 2.10% respectively. As to Mt. Gu old tea, it was 0.85%. The results could provide data for selecting tea material used to extracting tea polysaccharide and for studying the mechanism of reducing blood sugar.

Keywords Green tea; Tea polysaccharide; ICP-MS; Elements; Reducing blood sugar

(Received Jun. 8, 2005; accepted Oct. 23, 2005)