

茶叶清除羟自由基的能力与其高分子活性中心元素群子参数之间的关系

钱金晶 茹 珊 张 帆 田晓江 李 蕾 金日光*

(北京化工大学 材料科学与工程学院, 北京 100029)

摘 要: 测定了小叶苦丁, 普洱, 大叶苦丁, 云南大叶红茶等若干著名茶叶的羟自由基清除能力, 并且利用电感耦合等离子体原子发射光谱仪测定了茶叶中 V、Ti、Mo、Co、Cr、Cu、Fe、Mn、Ni、Sr 和 Zn 这 11 种高分子活性中心元素的含量; 用三参数群子统计方程分别确立了这些茶叶的群子参数, 对这些茶叶的羟自由基清除率进行比较。研究发现, 所有茶叶都有一定的羟自由基清除能力, 清除率在 50% ~ 97% 之间, 其中铁观音, 祁门红茶, 白毫乌龙茶, 黄山雀舌, 洞庭碧螺春等的羟自由基清除能力较强, 均在 90% 以上; 茶叶中的羟自由基清除能力参数 $\ln F$ 与其高分子活性中心元素分布参数 $\ln(k^2 r_1/r_2)$ 之间有很好的线性关系, 因此认为可以将高分子活性中心元素的分布参数作为近似判断抗氧化能力大小的依据之一, 通过此参数可评价茶叶的抗氧化性。

关键词: 自由基; 清除能力; 抗氧化作用; 高分子活性中心元素; 茶叶

中图分类号: Q505; TQ01519

引 言

自由基是人体生命活动过程中生物化学反应的中间产物。在正常的情况下, 体内的自由基的产生和其清除处于动态平衡之中, 但若是体内自由基产生过多或清除过慢, 则自由基会在分子水平、细胞水平以及器官水平上给机体造成损伤, 例如它们可以进攻碳水化合物、蛋白质、脂类、核酸等, 可加快机体的衰老过程, 并可诱发癌症、心血管疾病等诸多疾病。在众多的自由基中, 羟自由基($\cdot\text{OH}$) 是最活泼的, 其反应速度极快, 它是对机体危害最大的自由基, 超过了 $\cdot\text{O}_2^-$ 和 $^1\text{O}_2$ 两种活性氧自由基。目前, 对 $\cdot\text{OH}$ 有关研究已涉及到不同的学科^[1]。近年来的研究证实, 癌变以及衰老等的诱因皆与人体内自由基含量有关。超氧化物歧化酶(SOD), 过氧化氢酶(CAT)和抗氧化剂(如维生素 C, 黄酮及黄酮类化合物)可有效地清除体内过量的自由基离子。

茶叶是富含黄酮类化合物的天然饮料, 尤其是占茶多酚总量 80% 的儿茶素对自由基有极强的还

原作用, 是理想的天然抗氧化剂^[2]。此外, 茶多糖对自由基也有较强的清除作用^[3]。然而以往对茶叶抗氧化能力的研究大都局限在活性成分的种类、含量及功能等方面, 从生命过程中起最深层的催化、激活、动力作用的生物酶高分子活性中心元素(简称高分子活性中心元素)整体分布角度^[4-5]来考察茶叶的抗氧化功能的研究却未见报道。

本文选用具有悠久饮用历史的茶叶种类为研究对象, 采用分光光度方法测定、研究茶叶提取物对羟自由基($\cdot\text{OH}$) 的清除能力, 并初步测定茶叶中高分子活性中心元素含量, 通过群子参数理论^[6] 计算了茶叶中的高分子活性中心元素群子参数, 进而考察了两者之间的关系, 验证了通过群子理论评价茶叶抗氧化能力的可行性。

1 实验部分

1.1 药品及仪器

大叶苦丁、冻顶乌龙、白毫乌龙茶、小叶苦丁、洞庭碧螺春、高山云雾茶、黄山雀舌、湖北鹤峰茶、云南大叶红茶、滇红、祁门红茶、六安瓜片、普洱、铁观音, 以上均为市售。

硝酸($\varphi = 50\%$)、盐酸($\varphi = 37\%$), 均为优级纯, 北京北化精细化学品有限责任公司; 元素标准溶液, 国家标准物质研究中心生产, 使用时配制至所需浓度。 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 晶体, 分析纯, 天津化学试剂三

收稿日期: 2009-04-17

基金项目: 国家“973”计划(2006CB504700)

第一作者: 女, 1982 年生, 硕士生

* 通讯联系人

E-mail: jin.riguang@163.com

厂;水杨酸,分析纯,天津市化学试剂一厂; H_2O_2 、无水乙醇,分析纯,北京北化精细化学品有限责任公司。

CN61M/SX-4-10 马弗炉,北京中西远大科技有限公司;SPS8000 电感耦合等离子体发射光谱仪,日本精工;752 型紫外光栅分光光度计,上海精密科学仪器有限公司。

1.2 茶叶羟自由基清除能力的测定

预先将 14 种茶叶样品略加粉碎,以利于其成分的提取。取 5 g 茶叶样品,置于小烧杯中,加入 20 mL 去离子水,在 90 °C 下水浴 0.5 h,吸取上层清液至离心管中,转速 3000 r/min 离心 1 h。离心后用移液管准确移取 5 mL 清液至 25 mL 容量瓶中,用去离子水定容,摇匀,得待测液^[1]。

用分光光度法测 $\cdot\text{OH}$,参照文献的水杨酸法,并略作改动^[7-8]。 H_2O_2 与 Fe^{2+} 混合产生羟自由基,即 $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{Fe}^{2+} \rightarrow \cdot\text{OH} + \text{H}_2\text{O} + \text{Fe}^{3+}$ 。在体系内加入水杨酸捕捉羟自由基并产生有色物质。该物质在 510 nm 处有最大吸收,用该吸光度值来表示羟自由基的含量。

体系中分别加入浓度均为 4 mmol/L 的 H_2O_2 乙醇溶液、 FeSO_4 水溶液、水杨酸乙醇溶液及待测溶液各 2.5 mL,其中 H_2O_2 为最后加入,37 °C 反应 0.5 h 后,过滤,得溶液。将 4 mmol/L 的 H_2O_2 乙醇溶液、

FeSO_4 水溶液、水杨酸乙醇溶液和去离子水各 2.5 mL 混合均匀后作为空白对照液。将待测溶液、4 mmol/L 的 FeSO_4 水溶液、水杨酸乙醇溶液及去离子水各 2.5 mL 混合均匀后作待测液的本底吸收液。在 510 nm 下以去离子水作参比分别测上述 3 种溶液的吸光度值 A_x 、 A_0 、 A_{x0} ,每一吸光度值平行测 3 次,取其平均值^[9]。

1.3 茶叶中高分子活性中心元素含量的测定

茶叶样品首先用研钵研碎,放入烘箱中 100 °C 下烘 2 h,取出后放入干燥器中降至室温。准确称取干燥后的样品 0.5 g 置于坩埚中,放入马弗炉,800 °C 灰化 10 h。取出坩埚,放冷后再加入少量硝酸硝化(如果溶液中还有少量残渣,则加入少量盐酸),待硝化完全后,过滤定容至 50 mL 容量瓶中。

配好溶液后用 SPS8000 电感耦合等离子体发射光谱仪测定溶液中微量元素 Sr、Ti、Mn、Mo、V、Zn、Cr、Fe、Co、Cu、Ni 的含量。若含量过多超出量程,可逐级稀释。

2 结果与讨论

2.1 茶叶中羟自由基的清除能力

茶叶提取液的羟自由基清除率 $F(\%)$ 用下面的公式(1)、(2)计算,计算结果见表 1。

表 1 茶叶的羟自由基清除能力参数

Table 1 Distribution parameters of radical scavenging activity for different tea samples

茶叶名	A_0	A_{x0}	A_x	SA / %	m / g	F / %
小叶苦丁	1.7083	0.0680	0.8377	54.9463	5.0109	54.8268
普洱	1.6210	1.3137	1.9920	58.1534	5.0368	57.7285
大叶苦丁	1.6197	0.7020	1.1940	69.6234	5.0353	69.1353
云南大叶红茶	1.6213	0.8230	1.1097	82.3191	5.0215	81.9666
湖北鹤峰茶	1.6553	1.1423	1.4280	82.7427	5.0189	82.4311
冻顶乌龙	1.5917	0.8210	1.0720	84.2304	5.0215	83.8697
六安瓜片	1.7013	1.0073	1.1890	89.3221	5.0173	89.0141
滇红	1.6237	1.0110	1.1710	90.1458	5.0085	89.9928
高山云雾茶	1.7023	1.1407	1.3067	90.2487	5.0103	90.0631
洞庭碧螺春	1.5943	0.9400	1.0977	90.1108	5.0011	90.0910
黄山雀舌	1.6583	0.8563	1.0120	90.6131	5.0134	90.3709
白毫乌龙茶	1.6180	0.7487	0.8480	93.8607	5.0095	93.6827
祁门红茶	1.6210	0.8210	0.9060	94.7563	5.0225	94.3318
铁观音	1.6670	0.5627	0.6313	95.8808	5.0020	95.8425

$$SA = 1 - \frac{A_x - A_{x0}}{A_0} \quad (1)$$

再用提取时茶叶的质量 $m(g)$ 对该羟自由基清除率进行校正,得 5 g 样品的羟自由基清除率:

$$F = \frac{SA}{m} \times 5 \quad (2)$$

从表 1 中对若干著名茶叶的羟自由基清除率进行比较,发现所有茶叶都有一定的羟自由基清除力,清除率在 50% ~ 97% 之间。其中铁观音,祁门能力红茶,白毫乌龙茶,黄山雀舌,洞庭碧螺春等的羟自由基清除能力较强,均在 90% 以上。

2.2 茶叶中高分子活性中心元素分布参数的计算

任何生物体内各种生物功能分子及其官能团都对应着不同亲电强度的上述含 d 轨道含水络合离子的分布^[6],见图 1 所示。茶叶中参与自由基清除的黄酮以及儿茶素等生物功能分子是在中等亲电强度的一些元素催化,激活动力下生成的,所以通过元素的分析就可以知道茶叶可能存在的清除自由基的一些有机成分的存在。

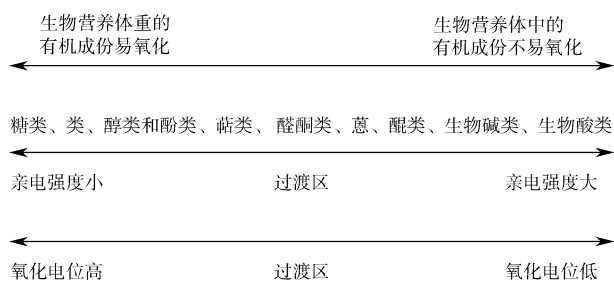


图 1 阳离子亲电强度(ζ)、氧化电势(V)与生物有机成分的关系

Fig. 1 The relationship between cationic electrophilic intensity (ζ), electrophilic intensity (V) and biological organic composition

用 ICP 测得的茶叶高分子活性中心元素含量见表 2。

这些高分子活性中心元素以含水络合离子形式存在于人体内,其对人类的健康以及治疗疾病具有重要的生理意义。它们既可作为营养元素,又可以在生物有机体中起催化、激活动力的作用。

表 2 各种茶叶中高分子活性中心元素质量分数

Table 2 Weight fraction of polymer active center elements for different tea samples

茶叶名	茶叶中各元素质量分数/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$										
	Sr	Ti	Mn	Mo	V	Zn	Cr	Fe	Co	Cu	Ni
小叶苦丁	0.046	0.011	0.135	0.01	0.04	0.309	0.126	0.479	0.002	0.235	0.012
普洱	0.173	0.262	4.311	0.014	0.187	0.415	0.339	3.79	0.036	0.13	0.097
大叶苦丁	0.13	0.026	1.744	0.014	0.157	0.602	0.333	1.315	0.032	0.138	0.056
云南大叶红茶	0.109	0.073	4.211	0.005	0.108	0.713	0.258	1.655	0.039	0.281	0.07
湖北鹤峰茶	0.115	0.057	0.507	0.004	0.109	0.687	0.211	0.277	0.034	0.097	0.14
冻顶乌龙	0.156	0.025	8.022	0.01	0.122	0.256	0.182	0.854	0.035	0.15	0.09
六安瓜片	0.129	0.119	3.207	0.02	0.113	0.398	0.258	2.054	0.033	0.163	0.116
滇红	0.125	0.101	2.253	0	0.134	0.376	0.089	1.784	0.035	0.161	0.069
高山云雾茶	0.087	0.068	2.218	0.004	0.107	0.517	0.165	0.775	0.035	0.206	0.08
洞庭碧螺春	0.12	0.033	6.203	0.016	0.114	0.572	0.432	1.032	0.031	0.14	0.071
黄山雀舌	0.138	0.051	4.214	0.014	0.117	0.465	0.421	0.608	0.037	0.099	0.153
白毫乌龙茶	0.094	0.011	0.823	0.007	0.044	0.213	0.147	1.068	0.038	0.105	0.045
祁门红茶	0.11	0.12	4.589	0.016	0.125	0.534	0.426	1.676	0.032	0.124	0.115
铁观音	0.202	0.058	7.737	0.002	0.151	0.288	0.409	1.669	0	0.197	0.067

由于所有上述高分子活性中心元素的含水络合离子处于共存状态,所以每种高分子活性中心元素在人体内并不是单独作用的,它们与生物体内的生物高分子相互协同作用。因此,我们在分析生命相

关元素的高分子活性中心情况时,把高分子活性中心元素群作为一个整体来进行全面的分析评价,考察高分子活性中心元素的相互作用及其整体分布与生物体某些生物功能之间的联系。根据第四统计力

学理论^[10],从统计体系的加权原理出发推导出的研究生物体内各种元素离子分布的群子统计方程^[11]如下:

$$\frac{\xi-\xi_{\min}}{\xi_{\max}-\xi}=k\frac{1+r_1\frac{X}{1-X}}{1+r_2\frac{1-X}{X}}\tag{3}$$

其中, X 为各种高分子活性中心元素的含量 (mol/kg) 的对数累积量; ξ 是高分子活性中心元素的亲电强度标度值; k 表示环境中低氧化电位离子的固有特征分布状; kr_1 指某一微观区域中 ξ 较大的阳离子 (阴性阳离子如 Fe、Co、Ni、Cu 等元素) 的分布特点; kr_2 指某一微观环境 ξ 较小的阳离子 (阳性阳离子如 Ti、V、Cr、Mn、Mo、Zn) 的分布总效应。按照方程 (3) 计算高分子活性中心元素分布参数。

实验所测到茶叶中的高分子活性中心元素离子的含量都是指每 kg 原料中活性中心元素的物质的量,但是考虑到自然界中极微量的离子反复起催化激活作用,即按自然对数规律起作用,所以需要计算出每一种离子的自然对数含量。又考虑到各种离子的作用是相互关联的,所以求出各种离子的累计含量 X ,再利用方程 (3) 回归计算出分布参数 k 、 r_1 、 r_2 ,结果见表 3。

表 3 各茶叶中高分子活性中心元素分布参数

Table 3 Distribution parameters of polymer active center elements for different tea samples

茶叶名	k	r_1	r_2	k^2r_1/r_2	$\ln(k^2r_1/r_2)$
小叶苦丁	4. 7396	0. 1798	0. 1974	20. 4610	3. 0185
普洱	4. 2821	0. 2010	0. 1798	20. 4984	3. 0203
大叶苦丁	4. 5601	0. 1796	0. 1688	22. 1250	3. 0967
云南大叶红茶	4. 5628	0. 2130	0. 1886	23. 5126	3. 1575
湖北鹤峰茶	4. 7225	0. 2351	0. 2274	23. 0572	3. 1380
冻顶乌龙	4. 4165	0. 2178	0. 1830	23. 2147	3. 1448
六安瓜片	4. 3835	0. 2043	0. 1645	23. 8641	3. 1724
滇红	3. 7190	0. 0840	0. 0481	24. 1539	3. 1844
高山云雾茶	4. 5862	0. 2235	0. 1950	24. 1073	3. 1825
洞庭碧螺春	4. 3817	0. 1835	0. 1492	23. 6131	3. 1618
黄山雀舌	4. 4322	0. 2120	0. 1752	23. 7706	3. 1685
白毫乌龙茶	4. 8171	0. 2073	0. 1980	24. 2944	3. 1902
祁门红茶	4. 3410	0. 1966	0. 1531	24. 1985	3. 1863
铁观音	5. 3322	0. 1825	0. 2143	24. 2133	3. 1869

计算示例,以小叶苦丁为例。

小叶苦丁高分子活性中心元素含量—小叶苦丁高分子活性中心元素群子参数测定数据见表 4。

表 4 小叶苦丁的生物高分子活性中心元素含量 (按亲电强度标度 ξ 排序)

Table 4 The content of the biopolymer active centers elements of small leaf Kuding tea (sequencing according to the electrophilicity)

ξ	原子序数	原子量	元素	$w/\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$	$C_i/\mu\text{mol}\cdot\text{kg}^{-1}$	$\text{Ln}C_i$	$[\ln C_i]_{\text{校准}}$	$[\ln C_i]_{\text{校准}}/\sum [\ln C_i]_{\text{校准}}$	累计数
3. 8	38	87. 62	Sr	0. 046	0. 5250	- 14. 4599	2. 7389	0. 0796	0. 0796
5	22	47. 867	Ti	0. 011	0. 2298	- 15. 2860	1. 9127	0. 0556	0. 1351
5. 16	25	54. 938	Mn	0. 135	2. 4573	- 12. 9164	4. 2823	0. 1244	0. 2595
5. 31	42	95. 94	Mo	0. 01	0. 1042	- 16. 0766	1. 1221	0. 0326	0. 2921
5. 46	23	50. 942	V	0. 04	0. 7852	- 14. 0573	3. 1414	0. 0912	0. 3834
5. 5	30	65. 39	Zn	0. 309	4. 7255	- 12. 2625	4. 9362	0. 1434	0. 5268
5. 64	24	51. 996	Cr	0. 126	2. 4233	- 12. 9304	4. 2684	0. 1240	0. 6508
6. 09	26	55. 847	Fe	0. 479	8. 5770	- 11. 6664	5. 5323	0. 1607	0. 8115
6. 26	27	58. 933	Co	0. 002	0. 0339	- 17. 1988	0	0	0. 8115
6. 34	29	63. 546	Cu	0. 235	3. 6981	- 12. 5077	4. 6910	0. 1363	0. 9478
6. 36	28	58. 693	Ni	0. 012	0. 2045	- 15. 4029	1. 7958	0. 0522	1
						- 17. 1988			
Σ							34. 421		

根据表 4,以累积数 X 值为横坐标,并以亲电强度标度值 ξ 为纵坐标作拟合曲线,通过 Matlab 程序

拟合可以得到: $k = 4. 7396$, $r_1 = 0. 1798$, $r_2 = 0. 1974$, 小叶苦丁的拟合曲线如图 2。

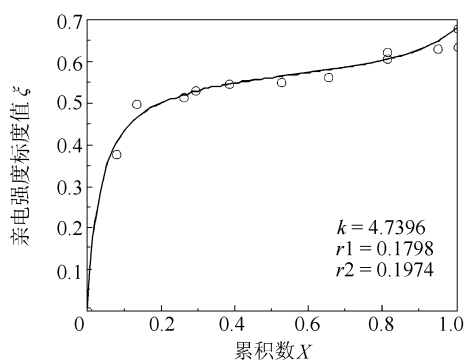


图2 小叶苦丁的第四统计力学理论模拟曲线

Fig. 2 The JRG analog curve of the distribution of the bio-polymer active centers elements in small leaf Kudung tea

2.3 茶叶中高分子活性中心元素参数与羟自由基清除能力参数的关系

实验所测为不同茶叶的羟自由基清除能力,同样由于各种微量抗氧化物质反复的起抗氧化作用,因此不能用简单的加和方法。取其对数能够有效的衡量各种抗氧化物质的能力。 $\ln F$ 代表茶叶的羟自由基清除能力。高分子活性中心元素与羟基清除能力参数的关系见图3。

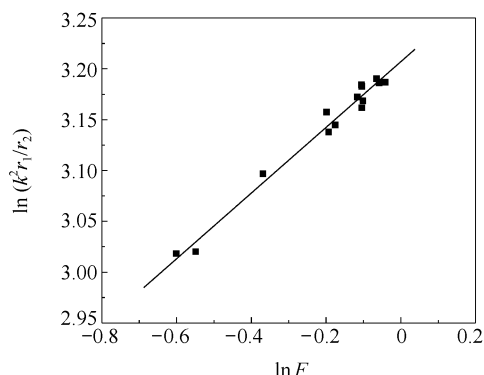


图3 茶叶中高分子活性中心元素参数与羟基清除能力参数的关系

Fig. 3 The relationship between the distribution of polymer active center elements and radical scavenging activity in different tea samples

由图3可见,茶叶的量子参数 $\ln(k^2 r_1/r_2)$ 与羟自由基清除能力参数 $\ln F$ 存在很好的线性关系,且呈单增趋势。

3 结论

茶叶中的羟自由基清除能力参数 $\ln F$ 与其高分子活性中心元素分布参数 $\ln(k^2 r_1/r_2)$ 之间有很好的

线性关系,量子参数能够反映羟自由基清除能力的大小。因此,可以把量子参数作为近似判断抗氧化能力的标度之一,通过量子理论可以评价茶叶的抗氧化性方法。

参考文献:

- [1] 赵新淮. 茶叶提取物对自由基的清除能力[J]. 东北农业大学学报, 1998, 29(3):284-288.
Zhao X H. The free radical-scavenging activity of the extracts[J]. Journal of Northeast Agriculture University, 1998, 29(3):284-288. (in Chinese)
- [2] 刘国根, 罗泽民, 邱冠国, 等. 茶叶中自由基的研究[J]. 湖南农业大学学报, 1999, 25(4):290-292.
Liu G G, Luo Z M, Qiu G G, et al. Studies of Free Radical in Tea[J]. Journal of Hunan Agriculture University, 1999, 25(4):290-292. (in Chinese)
- [3] Chen H X, Zhang M, Xie B J. Components and antioxidant activity of polysaccharide conjugate from green tea[J]. Food Chem, 2005, 90(1/2):17-21.
- [4] 金日光, 牟雪雁, 杨红. 中药的阴阳性、有机成分与元素的亲电强度、氧化电势之间的关系——关于中药传统理论的当代化学物理及量子(量子)统计理论的诠释(Ⅲ)[J]. 世界科学技术——中医药现代化, 2003, 5(5):24-30.
Jin R G, Mu X Y, Yang H. Relationship between Yin-Yang and Organic Elements, Electrophilic Intensity and oxidation potential of Elements in Chinese Medicine[J]. World Science Technology/Modernization of Traditional Chinese Medicine and Materia Medica, 2003, 5(5):24-30. (in Chinese)
- [5] 牟雪雁. 中华传统医学和医药学相关理论的量子(量子)统计力学三参数理论诠释[D]. 北京:北京化工大学, 2003
Mu X Y. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2003. (in Chinese)
- [6] 金日光, 牟雪雁. 当代中医药生命动力学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2007:21-25, 37-53.
Jin R G, Mu X Y. Modern life power dynamics-traditional Chinese medicine[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Publishing Company, 2007:21-25, 37-53. (in Chinese)
- [7] 马晓华, 连宾. 几种常见食用菌清除羟基自由基能力的研究[J]. 食品与发酵工业, 2005, 31(10):25-28.
Ma X H, Lian B. Hydroxyl Radical Scavenging Activities of Several Kinds of Edible Fungi[J]. Food and Fermentation Industries, 2005, 31(10):25-28. (in Chinese)
- [8] Smironoff N, Quinton C J. Hydroxyl radical scavenging ac-

- tivity of compatible solutes [J]. *Phytochemistry*, 1989, 28(4): 1057 – 1060.
- [9] 张金颖, 赵军, 金日光, 等. 食用菌中高分子活性中心元素分布与其自由基清除能力之间的关系[J]. 北京化工大学学报: 自然科学版, 2008, 35(1): 75 – 78.
Zhang J Y, Zhao J, Jin R G, et al. The relationship between the distribution of the polymer active center elements and radical scavenging activity in edible fungi[J]. *Journal of Beijing University of Chemical Technology: Natural Science*, 2008, 35(1): 75 – 78. (in Chinese)
- [10] 金日光. 第四统计力学—JRG 群子统计理论[M]. 汉城: 韩国梅地亚出版社出版, 1998: 7 – 46.
Jin R G. *The Fourth Statistics-JRG Sub-cluster Statistics Theory*[M]. Seoul: Korea Xuan Wen Media Publishing Company, 1998: 7 – 46. (in Chinese)
- [11] 金日光, 吕坤. 关于生物高分子元素活性中心分布规律的第 4 统计力学理论标度的研究(I)—抗癌中药的生命动力元素按原子序数分布的规律与群子参数间关系[J]. 北京化工大学学报, 2002, 29(6): 44 – 49.
Jin R G, Lv K. The JRG-Fourth statistics scale on the distribution law of biopolymer element active centers in Chinese medicines(II) The relationship between the distribution law of power elements of cardiovascular Chinese medicines and the sub-cluster para[J]. *Journal of Beijing University of Chemical Technology*, 2002, 29(6): 44 – 49. (in Chinese)

The relationship between the distribution of the polymer active center elements and radical scavenging activity in tea

QIAN JinJing RU Shan ZHANG Fan TIAN XiaoJiang LI Lei JIN RiGuang

(College of Materials Science and Engineering, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: The radical scavenging activities of different tea samples have been determined, and the abundances of the 11 polymer active center elements (Sr, Mn, Mo, Zn, V, Cr, Fe, Co, Cu, Ni, and Ti) in the tea samples have also been determined by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP). The sub-cluster parameters of these tea samples have been established by using a three parameter sub-cluster statistical theory equation. The different tea samples all showed radical scavenging activity, with activity levels varying between 50% and 97%. The radical scavenging activity rates of Tieguanyin tea, Qimen black tea, Baihao Oolong tea, Huangshan Queshe tea and Dongting Biluochen tea were all above 90%, higher than for other samples. The results showed that there is clear linear correlation between the distribution parameter of polymer active center elements $\ln(k^2 r_1/r_2)$ and the radical scavenging activity parameter $\ln F$. This demonstrates that the antioxidant capacity of tea can be predicted using the distribution parameter of its active center elements.

Key words: radical; scavenging activities; antioxidant; polymer active center elements; tea