

[12] Marwaha RK, Tandon N, Gupta N, et al. Residual goiter in the postiodization phase: iodine status, thiocyanate exposure and autoimmunity [J]. Clin Endocrinol, 2003, 59 (6): 672-681.

[13] 邹月琴, 何岚, 刘萍, 等. 碘与自身免疫性甲状腺疾病发病的关系 [J]. 西安交通大学学报, 2006, 27 (3): 295-297.

[14] Premawardhana LD, Parkes AB, Smyth PP, et al. Increased prevalence of thyroglobulin antibodies in Sri Lankan schoolgirls-is iodine the cause [J]. Eur J Endocrinol, 2000, 143 (2): 185-188.

[15] 郭晓尉, 骆效宏, 王秀红. 补碘对缺碘机体甲状腺自身免疫的影响 [J]. 中华内分泌代谢杂志, 2002, 18 (5): 349-351.

不同发酵类型茶叶对 D-半乳糖衰老小鼠抗氧化作用的影响

陈雪^{1,2} 易有金^{1,2} 刘静³ 王鑫^{1,2}

(¹湖南农业大学食品科学技术学院, 长沙 410128; ²湖南省食品科学与生物技术重点实验室, 长沙 410128;

³北京营养源研究所, 北京 102206)

摘要: **目的** 比较四种不同发酵类型茶叶对 D-半乳糖衰老小鼠的抗氧化作用。 **方法** 将小鼠随机分为 7 组 (正常对照组、模型组、绿茶组、乌龙茶组、红茶组、黑茶组和阳性对照组), 除正常对照组外, 其余 6 组皮下注射 D-半乳糖建立氧化损伤动物模型, 在造模同时各茶叶组和阳性对照组分别灌胃茶叶水 (2g/kg·bw·d) 和 Vc (10 mg/kg·bw·d), 30d 后处死小鼠测定脏器指数, 血清、肝脏和脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力。 **结果** 绿茶能提高 D-半乳糖模型小鼠肝脏、脑组织、脾脏和胸腺脏器指数 ($p < 0.05$), 其余三类茶仅对其中一或两种脏器指数有提高作用; 乌龙茶仅对血清 CAT 活力和 T-AOC 能力有提高作用 ($p < 0.05$), 绿茶、红茶和黑茶对血清、肝脏和脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力均有提高作用 ($p < 0.05$), 且绿茶效果最好, 红茶和黑茶作用相当。 **结论** 不同发酵类型茶叶对 D-半乳糖衰老小鼠均具有抗氧化作用, 其中绿茶在四类发酵类型茶叶中抗氧化能力最强。

关键词: 茶叶; D-半乳糖; 衰老; 抗氧化作用

Anti-oxidant Function of Different Types of Fermented Tea Leaves on D-Galactose-induced Senescent Mice

Chen Xue^{1,2} Yi You-jin^{1,2} Liu Jin³ Wang Xin^{1,2}

(¹ College of Food Science and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China;

² Hunan Provincial Key Laboratory of Food Science and Biotechnology, Changsha 410128, China;

³ Beijing nutrition resources institute, Beijing 102206)

Abstract: Objective To investigate the effect of different types of fermented tea leaves on D-galactose-induced senile mice. **Methods** Seventy male mice were randomly divided into control group, D-galactose control group, green tea group, oolong tea group, black and dark tea group, Vit-C group. The oxidant damage model was produced by consecutively injecting D-galactose into the hypoderm of mice for 30 days. At the same time, the mice in four kinds of tea groups and Vit-C group were administered orally with tea Solution (2g/kg·bw·d) and Vc (10 mg/kg·bw·d).

After mice were sacrificed, the four organs-indexes were examined and the activities of super-oxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and T-AOC were measured respectively in serum, liver tissue and brain tissue of mice. **Results** The four organs-indexes in green tea group was higher than D-gal-induced aging mice model group ($P < 0.05$), but only one or two organs indexes was increased in other tea groups. In the oolong tea group, only the content of SOD, T-AOC in serum was increased ($P < 0.05$). The contents of SOD, CAT and T-AOC in serum, liver tissue and brain tissue in green, black and dark tea group were increased ($P < 0.05$). The anti-oxidant function of the green tea is the best, and black and dark tea is equivalent. **Conclusion** Different types of fermented tea leaves possesses excellent antioxidant activities of D-galactose induced oxidative damage in vivo, and the green tea is the best one.

Keywords: Tea; D-galactose; aging; anti-oxidant function

茶叶 (Camelliasinensis) 为山茶科植物茶的芽叶, 是世界三大饮料 (茶、可可、咖啡) 之首, 我国用其作为饮料已有千年历史。茶叶具有抗氧化、抗衰老、降血压、降血糖、扩张心血管及抗菌、抗肿瘤等药理作用^[1], 相关研究表明茶叶能有效清除体内自由基, 具有较好的抗氧化作用^[2,3]。茶叶品种很多, 根据发酵程度不同可分为非发酵茶 (绿茶)、半发酵茶 (乌龙茶)、全发酵茶 (红茶) 和后发酵茶 (黑茶) 四类。目前国内外对茶叶抗氧化作用研究较多^[4-7], 但关于上述四种发酵类型茶叶抗氧化作用的比较研究尚未见报道。本实验通过测定肝脏等脏器指数, 血清、肝脏和脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力, 研究不同发酵类型茶叶对 D-半乳糖衰老模型小鼠抗氧化作用, 旨在探明不同发酵类型茶叶抗氧化能力差异, 为人们日常选择饮用茶叶品种、加工开发茶叶等提供参考。

1 材料与方法

1.1 实验动物

雄性昆明种小鼠 70 只, 体重 (35 ± 2) g, 2 月龄, 由湖南斯莱克景达实验动物有限公司提供, 实验动物生产许可证号: SCXK (湘) 2009-0004。

1.2 材料与试剂

1.2.1 茶样

绿茶: 信阳毛尖 (河南省信阳市浉河港乡); 乌龙茶: 凤凰单枞 (广东潮州市凤凰镇凤凰山); 红茶: 川红茶 (四川林湖茶叶有限公司); 黑茶: 广西六堡茶 (广西桂林市漓江茶厂, 一级熟茶), 以上茶叶均为 2010 年产。

1.2.2 试剂

D-半乳糖 国药集团化学试剂有限公司; 维生素 C 湖北华中药业有限公司; SOD 试剂盒、CAT 试剂盒、总抗氧化能力 (T-AOC) 试剂盒、考马斯亮兰法总蛋白定量试剂盒 南京建成生物工程研究所 (生产批号均为 20110614); 其余试剂为普通分析纯。

1.3 仪器与设备

722N 型可见分光光度计 上海菁华科技仪器有限公司; TG16MW 高速台式离心机 湖南赫西仪器装备有限公司; 分析天平 北京赛多利斯仪器系统有限公司; 电热恒温水浴锅 天津泰斯特仪器有限公司。

1.4 方法

1.4.1 动物分组及处理

小鼠适应性饲养 3 天后根据体重随机分为 7 组, 每组 10 只, 分别为正常对照组, 模型组, 绿茶组, 乌龙茶组, 红茶组, 黑茶组和阳性对照组。除正常对照组外, 其余各组皮下注射 D-半乳糖 ($100\text{mg}/\text{kg} \cdot \text{bw} \cdot \text{d}$), 正常对照组注射等体积生理盐水; 注射药物同时, 四种茶叶组分别灌胃相应茶叶水 ($2\text{g}/\text{kg} \cdot \text{bw} \cdot \text{d}$)^[8], 阳性药物组灌胃 Vc 溶液 ($10\text{mg}/\text{kg} \cdot \text{bw} \cdot \text{d}$)^[9], 正常对照组和模型组灌胃等体积蒸馏水, 每周称体重两次, 调整注射量和灌胃量, 实验持续 30 天。其中茶叶水制备方法为茶叶 4g, 加 100℃ 蒸馏水 20ml 冲泡 10min, 过滤取茶叶汁; 滤渣用同样方法浸泡 1 次; 两次茶叶水合并。

1.4.2 测试样品制备

实验小鼠末次灌胃后, 禁食 12 小时, 眼球取血致死, 将血液静置分离血清, 3000r/min 离心 10min, 上清液备用; 解剖小鼠, 迅速取出脾脏、胸腺、肝脏和脑组织, 置于 4℃ 生理盐水中, 洗净表面残留血液, 用滤纸吸干称重; 分别称取 0.1~0.2g 肝脏和脑组织, 加入 9 倍预冷的生理盐水, 置冰浴上玻璃匀浆器研磨制备成 10% 的组织匀浆, 取上清液备用。

1.4.3 脏器指数测定

测定肝脏、脑组织、脾脏和胸腺指数, 脏器指数 ($\text{mg}/\text{g} \cdot \text{bw}$) = 脏器质量/小鼠体质量。

1.4.4 血清、肝和脑组织抗氧化酶学检测

血清、肝和脑组织样品 SOD、CAT 活力、T-AOC 能力、蛋白含量均采用南京建成生物工程研究所生产的试剂盒进行测定。

1.4.5 统计分析

实验数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示, 用 SPSS18.0 软件进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 不同发酵类型茶叶对小鼠脏器指数的影响

各组小鼠肝、脑、脾脏和胸腺指数结果如表 1 所示, 模型组与正常对照组比较, 上述 4 种脏器指数均存在极显著差异 ($p < 0.01$)。与模型组相比, 各茶叶组小鼠上述 4 种脏器指数均有不同程度增加,

绿茶组各项指标差异显著 ($p < 0.05$); 乌龙茶组肝脏和脾脏指数存在显著差异 ($p < 0.05$); 红茶组小鼠仅脾脏指数差异显著 ($p < 0.05$); 黑茶组肝脏和脑指数差异显著 ($p < 0.05$); 阳性对照组小鼠各项指标均高于模型组小鼠, 差异极显著 ($p < 0.01$)。各给药组小鼠脏器指数组间无差异 ($p > 0.05$)。说明绿茶 (信阳毛尖) 对上述四种脏器氧化均有抑制作用, 对机体免疫器官起到一定保护作用, 但效果不如 Vc; 乌龙茶 (凤凰单枞)、红茶 (川红茶) 和黑茶 (广西六堡茶) 仅对上述一或两种脏器氧化起到抑制作用, 抑制效果不如绿茶 (信阳毛尖)。

表 1 不同发酵类型茶叶对小鼠脏器指数的影响 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Effect of different types of fermented tea leaves on indexes of four organs of D-galactose-induced senescent mice ($\bar{x} \pm s$)

组别	肝脏指数 (mg/g · bw)	脑指数 (mg/g · bw)	脾脏指数 (mg/g · bw)	胸腺指数 (mg/g · bw)
正常对照组	47.08 ± 1.66 ^b	10.65 ± 0.65 ^b	4.29 ± 0.48 ^b	2.48 ± 0.62 ^b
模型组	40.43 ± 1.89	9.18 ± 0.97	3.31 ± 0.54	1.46 ± 0.33
绿茶组	44.25 ± 1.48 ^a	9.92 ± 0.52 ^a	4.18 ± 0.86 ^a	2.05 ± 0.45 ^a
乌龙茶组	44.37 ± 3.95 ^a	9.33 ± 0.26	4.15 ± 0.85 ^a	1.50 ± 0.47
红茶组	41.19 ± 4.57	9.47 ± 0.69	4.07 ± 0.55 ^a	1.71 ± 0.41
黑茶组	44.62 ± 3.36 ^a	9.94 ± 0.79 ^a	3.69 ± 0.69	1.90 ± 0.36
阳性对照组	46.84 ± 4.19 ^b	10.27 ± 0.93 ^b	4.22 ± 0.69 ^b	2.14 ± 0.32 ^b

注: ^a. 与模型组相比, 差异显著 ($p < 0.05$); ^b. 与模型组相比, 差异极显著 ($p < 0.01$)

2.2 不同发酵类型茶叶对小鼠血清 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力的影响

测定各组小鼠血清 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力, 结果如表 2。模型组小鼠 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力均显著低于正常对照组小鼠 ($p < 0.01$), 说明造模成功; 与模型组比较, 绿茶、红茶和黑茶三组小鼠 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力均显著提高 ($p < 0.05$); 乌龙茶组血清 CAT 活力和 T-AOC 能力显著提高 ($p < 0.05$), SOD 活力有所提高但不显著

($p > 0.05$); 阳性对照组小鼠血清 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力极显著提高 ($p < 0.01$)。各茶叶组对血清 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力提高效果高低大致为绿茶 (信阳毛尖) > 红茶 (川红茶) > 黑茶 (广西六堡茶) > 乌龙茶 (凤凰单枞), 但组间差异不显著 ($p > 0.05$)。说明不同发酵类型茶叶对 D-半乳糖氧化损伤小鼠血清抗氧化能力均有较好的改善作用, 其中绿茶 (信阳毛尖) 效果最好。

表 2 不同发酵类型茶叶对小鼠血清中 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力的影响 ($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Effect of different types of fermented tea leaves on SOD、CAT and T-AOC activity in serum of D-galactose-induced aged mice ($\bar{x} \pm s$)

组别	SOD 活力 (U/mL)	CAT 活力 (U/mL)	T-AOC 能力 (U/mL)
正常对照组	159.34 ± 5.76 ^b	6.72 ± 1.31 ^b	23.14 ± 2.13 ^b
模型组	117.10 ± 5.11	3.85 ± 1.26	14.87 ± 0.57
绿茶组	139.18 ± 8.19 ^a	6.65 ± 0.84 ^a	17.67 ± 0.71 ^b
乌龙茶组	124.87 ± 9.6	5.51 ± 0.66 ^a	14.87 ± 0.57 ^a
红茶组	134.28 ± 4.59 ^a	5.88 ± 1.92 ^a	15.35 ± 1.28 ^a
黑茶组	132.46 ± 4.92 ^a	5.68 ± 0.93 ^a	15.17 ± 1.17 ^a
阳性对照组	158.84 ± 9.1 ^b	6.66 ± 0.84 ^b	20.83 ± 1.45 ^b

注: ^a. 与模型组相比, 差异显著 ($p < 0.05$); ^b. 与模型组相比, 差异极显著 ($p < 0.01$)

2.3 不同发酵类型茶叶对小鼠肝、脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力的影响

测定各组小鼠肝和脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力, 结果如表 3。模型组小鼠 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力均显著低于正常对照组小鼠 ($p < 0.01$), 说明造模成功; 与模型组比较, 绿茶、红茶和黑茶组小鼠肝和脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力均显著提高 ($p < 0.05$), 阳性对照组差异极显著 ($p < 0.01$); 乌龙茶组肝脏和脑组织 SOD、CAT

活力和 T-AOC 能力有所提高但不显著 ($p > 0.05$)。各茶叶组对肝和脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力提高效果高低为绿茶 (信阳毛尖) > 红茶 (川红茶) > 黑茶 (广西六堡茶) > 乌龙茶 (凤凰单枞), 但组间差异不显著 ($p > 0.05$)。可见不同发酵类型茶叶均能通过提高组织抗氧化酶活力和非酶体系抗氧化能力, 预防自由基对组织的损伤作用, 增强机体抗氧化能力。

表 3 不同发酵类型茶叶对小鼠肝、脑组织 SOD、CAT 活力和 T-AOC 能力的影响 ($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Effect of different types of fermented tea leaves on SOD、CAT and T-AOC activity in liver and brain tissue of D-galactose-induced aged mice ($\bar{x} \pm s$)

组别	SOD (U/mgprot)		CAT 活力 (U/ mgprot)		T-AOC 能力 (U/ mgprot)	
	肝组织	脑组织	肝组织	脑组织	肝组织	脑组织
正常对照组	150.023 ± 24.074 ^b	117.300 ± 7.979 ^b	23.9057.428 ^b	24.376 ± 5.030 ^b	0.710 ± 0.351 ^b	0.911 ± 0.158 ^b
模型组	96.793 ± 9.810	52.403 ± 20.043	8.636 ± 1.052	10.625 ± 3.410	0.229 ± 0.345	0.271 ± 0.115
绿茶组	130.717 ± 24.056 ^a	71.002 ± 12.228 ^a	14.691 ± 4.189 ^a	17.847 ± 4.816 ^a	0.572 ± 0.213 ^a	0.658 ± 0.136 ^a
乌龙茶组	113.953 ± 38.620	61.311 ± 3.081	11.647 ± 2.365	13.246 ± 0.988	0.317 ± 0.16	0.545 ± 0.050
红茶组	127.427 ± 18.048 ^a	69.971 ± 10.608 ^a	13.959 ± 2.250 ^a	17.293 ± 6.100 ^a	0.539 ± 0.098 ^a	0.633 ± 0.262 ^a
黑茶组	123.242 ± 20.584 ^a	68.081 ± 9.378 ^a	13.837 ± 2.903 ^a	16.356 ± 5.347 ^a	0.519 ± 0.195 ^a	0.629 ± 0.128 ^a
阳性对照组	132.911 ± 12.705 ^b	83.241 ± 4.105 ^b	17.620 ± 2.480 ^b	18.646 ± 4.029 ^b	0.649 ± 0.200 ^b	0.750 ± 0.435 ^b

注: ^a. 与模型组相比, 差异显著 ($p < 0.05$); ^b. 与模型组相比, 差异极显著 ($p < 0.01$)

3 讨论

本实验小组已测定茶叶水 (浓度为 50mg/mL) 中茶多酚、茶黄素含量, 四类发酵类型 (共 16 种) 茶叶多酚含量大致为绿茶 > 乌龙茶 > 红茶 > 黑茶, 红茶茶黄素含量高于其它三类茶。本研究用茶叶信阳毛尖、凤凰单枞、川红茶和广西六堡茶多酚含量 (mg/mL) 分别为 6.004 ± 0.12 , 4.491 ± 0.02 , 2.020 ± 0.08 和 1.298 ± 0.18 , 茶黄素含量分别为 0.539 ± 0.02 , 1.801 ± 0.07 , 4.843 ± 0.03 和 1.344 ± 0.10 。

在动物实验中, D-半乳糖所致肝脏等脏器指数均显著降低, 灌胃茶叶后均有所提高, 其中绿茶 (信阳毛尖) 对肝脏、脑、脾脏和胸腺四种脏器指数均有提高作用, 其它三种发酵类型茶叶效果不如绿茶 (信阳毛尖), 说明茶叶能抑制脏器退化、萎缩, 对免疫器官也有一定保护作用能提高机体免疫能力。SOD 和 CAT 是机体抗氧化系统的两种重要氧化酶, 它们对氧自由基具有清除作用, 防止膜脂过

氧化, 保护机体免受氧化损伤^[10,11]; 总抗氧化能力 (T-AOC) 可反映机体非酶系统对外来氧化应激能力以及机体自由基的代谢状态。SOD、CAT 活力和 T-AOC 均为反映机体抗氧化能力的重要指标。本研究表明茶叶可抑制 D-半乳糖衰老模型小鼠血清、肝脏和脑组织 SOD、CAT 活力和总 T-AOC 能力的降低, 说明茶叶具有延缓衰老和抗氧化作用, 四类不同发酵类型茶叶体内抗氧化能力强弱为绿茶 (信阳毛尖) > 红茶 (川红茶) > 黑茶 (广西六堡茶) > 乌龙茶 (凤凰单枞)。东方^[10] 研究比较绿茶、红茶和普洱茶茶粉对正常小鼠肝脏 SOD 活性影响发现红茶对 SOD 活性的提高作用略高于绿茶, 普洱茶无作用, 与本实验结果不一致, 可能与茶叶产地、品种不同有关。

茶叶体内抗氧化作用影响因素较复杂, 茶多酚含量为影响因素之一, 绿茶 (信阳毛尖) 具较强体内抗氧化能力可能与其茶多酚含量较高有关^[12-15]。红茶多酚含量远低于绿茶^[16], 本研究前期实验测得川红茶多酚含量仅为信阳毛尖的 1/3, 但茶黄素含量约为信阳毛尖 9 倍; 在本实验中红茶 (川红茶)

体内抗氧化效果虽不及绿茶（信阳毛尖）但也能显著提高模型小鼠血清、肝脏和脑组织 SOD、CAT 活力和总 T-AOC 能力 ($p < 0.05$)，有研究指出红茶茶黄素含量是影响红茶体内抗氧化能力的主要因素^[17]。茶多糖、硒也能增强动物体内抗氧化能力^[18-20]。说明茶多酚含量、茶黄素或茶叶其它化学成分都可能与茶叶体内抗氧化能力有关，不同发酵类型茶叶所含抗氧化物质和含量由于加工方法、产地、茶叶栽种环境等因素而不同会影响其体内抗氧化作用，对于茶叶体内抗氧化和清除自由基机理，需进一步深入研究。

参考文献

- [1] 林智. 茶叶的保健作用及其机理 [J]. 食物与营养, 2003 (4): 12-13.
- [2] 侯冬岩, 回瑞华, 刘晓媛, 等. 绿茶、红茶和乌龙茶抗氧化性能的比较 [J]. 食品科学, 2006, 27 (3): 90-92.
- [3] 周彤, 熊丽萍. 茶叶的抗氧化作用研究 [J]. 世界元素医学, 2005, 12 (2): 42-44.
- [4] Erba D, Rise Pt Foti P, et al. Black tea extract supplementation decreases oxidative damage in Jurkat T cells [J]. Arch Biochem Biophys, 2003, 416 (2): 196-201.
- [5] Lin Y S, Tsai Y J, Tsay J S, et al. Factors affecting the levels of tea polyphenols and caffeine in tea leaves. [J]. J Agric Food Chem, 2003, 51 (7): 1864-1873.
- [6] Duh, P. D., Yen, G. C., Yen, w. J, et al. Effects of Pu-erh tea on oxidative damage and nitric oxide scavenging [J]. J Agric Food Chem, 2004, 52: 8169-8176.
- [7] NKUBANA ANDREW. 卢旺达红茶与中国绿茶和乌龙茶抗氧化活性比较研究 [D]. 浙江: 浙江大学, 2009.
- [8] 东方. 普洱茶的抗氧化特性及活性成分鉴定 [D]. 浙江: 浙江大学, 2007.
- [9] 赵永焕、任传英、宁桂芝, 等. 植酸对衰老模型小鼠 MDA、SOD 和 GSH-Px 的影响 [J]. 中国粮油学报, 2008, 23 (3): 140-143.
- [10] Yasui K, Baba A. Therapeutic potential dismutase (SOD) for resolution of inflammation [J]. Inflammation Research, 2006, 55 (9): 359-363.
- [11] Kocer I, Taysi S, Ertekin M V, et al. The effect of L carnitine in the prevention of ionizing radiation induced cataracts: a rat model [J]. Graefes Archive for Clinic and Experimental Ophthalmology, 2007, 245 (4): 588-594.
- [12] 尹学哲, 全吉淑, 徐俊萍, 等. 绿茶对糖尿病大鼠抗氧化活性影响 [J]. 中国公共卫生, 200 (12): 1496-1497.
- [13] Farhoosh R, Golmohamed G A, Khodaparast M H H. Anti-oxidant Activity of Various Extracts of Old Tea Leaves and Black Tea Wastes (Camellia sinensis L.) [J]. Food Chemistry, 2007, (1): 231-236.
- [14] Henning S M, Niu Y, Liu Y, et al. Bioavailability and Anti-oxidant Effect of Epigallocatechingallate Administered in Purified Form Versus as Green Tea Extract in Healthy Individuals [J]. The Journal of Nutritional Biochemistry, 2005, (10): 610-616.
- [15] Vignes M, Maurice T, et al. Anxiolytic Properties of Green Tea Polyphenol (-)-Epigallocatechingallate (EGCG) [J]. Brain Research, 2006, 1110 (1): 102-115.
- [16] 李大祥, 方世辉, 杨荣俊, 等. 绿茶、红茶加工工艺对茶鲜叶中多酚类物质的影响 [J]. 中国茶叶加工, 2005, (4): 23, 24-29.
- [17] Saha P, Dos S. Regulation of hazardous exposure by protective exposure: modulation of phase II detoxification and lipid peroxidation by Camellia sinensis and Swertia chirata [J]. Teratog Carcinog Mutagen, 2003, Suppl1: 313-322.
- [18] 邓俊林, 许平. 茶叶多糖对小白鼠红细胞内 SOD 活性的影响 [J]. 渝州大学学报 (自然科学版), 1998, 15 (4): 30232.
- [19] 倪德江, 陈玉琼, 宋春和, 等. 乌龙茶多糖对糖尿病大鼠肝肾抗氧化功能及组织形态的影响 [J]. 茶叶科学, 2003, 23 (1): 11-15.
- [20] 安晶晶. 富硒 SOD 绿茶抗氧化效应的动物实验研究 [D]. 重庆: 第三军医大学, 2009.