

北京早园竹叶有机提取物对细胞 DNA 断裂损伤的保护与修复作用

单梁,肖乐乐,赵晓红,冯艺,唐文强,关欣

北京联合大学应用文理学院 北京 100191

摘要:目的 探讨北京早园竹叶提取物对 H_2O_2 诱导的中国仓鼠卵巢巢细胞(CHO-K1)DNA 损伤的保护与修复作用。方法 采用乙醇-水溶液超声辅助提取方法制备竹叶粗提取物,经 SP825 大孔树脂吸附分离,分别以 10%、30%、60% 的乙醇水溶液洗脱得到不同成分的提取液,并用高效液相色谱(HPLC)定性分析早园竹叶提取物的主要活性成分;采用单细胞凝胶电泳法(SCGE)检测 25~400 $\mu\text{g/ml}$ H_2O_2 对 CHO-K1 细胞的 DNA 损伤作用以及不同组分竹叶提取物在 25~50 $\mu\text{g/ml}$ 浓度下抗 H_2O_2 诱导 DNA 损伤的保护与修复作用。结果 竹叶总提取物中含有 C-黄酮苷类和酚酸类两类活性物质,经 SP825 大孔树脂纯化后,10%乙醇洗脱成分主要成分为酚酸类物质,30%乙醇洗脱成分中主要为 C-黄酮苷类物质。 H_2O_2 具有明显的 DNA 链断裂作用,导致彗星尾长明显增加。全组分、10%组分、30%组分在 6.25 $\mu\text{g/ml}$ 浓度下对 H_2O_2 诱导的 CHO-K1 细胞 DNA 损伤的修复作用最强,且 30%组分的修复作用最明显。在 12.5 $\mu\text{g/ml}$ 下预防 H_2O_2 诱导的 CHO-K1 细胞 DNA 损伤作用最强,其保护作用均以全组分为明显,由此说明 C-黄酮类活性成分在抗遗传毒性作用中起重要作用。结论 一定浓度的早园竹叶提取物对 H_2O_2 诱导的 CHO-K1 细胞 DNA 损伤具有保护与修复作用。

关键词: 竹叶提取物;DNA 损伤;单细胞凝胶电泳; H_2O_2

中图分类号:R994.6 文献标志码:A 文章编号:1001-5914(2011)02-0118-04

Protecting and Repairing Effect of Extract of North Ph. Praecox Leaves on DNA Damage in CHO-K1 Cells SHAN Liang, XIAO Le-le, ZHAO Xiao-hong et al. College of Arts and Science of Beijing Union University Beijing 100191, China
Corresponding author: ZHAO Xiao-hong, E-mail: xiaohong@bnu.edu.cn

Abstract Objective To investigate the preventive and repairing effect of extract of bamboo (*North Ph. Praecox*) leaves on DNA damage in Chinese hamster ovary cell-K1 (CHO-K1). **Methods** The crude extracts of North Ph. praecox leaves were prepared by ethanol-aqueous solution with ultrasonic-assisted extraction. The extracts were further purified and isolated by SP825 resin column, then eluted by 10%, 30% and 60% ethanol and analyzed qualitatively by HPLC. The DNA damage effect of 25-400 $\mu\text{g/ml}$ H_2O_2 and the protective and repaired effects of 25-400 $\mu\text{g/ml}$ leaf extracts in different components on CHO-K1 DNA injury by H_2O_2 were determined by the single cell gel electrophoresis (comet) assay. **Results** C-glycosides and phenolic acids were detected in crude extracts. After purified by SP825 resin column chromatograph, the main components of 10% ethanol eluent was phenolic acids, and C-glycosides was the main ingredients of 30% ethanol eluent. No C-glycosides and phenolic acids were found in 60% ethanol eluent. H_2O_2 showed a significant effect on DNA damage, with dose dependent manner, for CHO-K1 cells and DNA tail length showed significant difference, compared with negative control. At concentration of 6.25 $\mu\text{g/ml}$, crude extracts, 10% ethanol eluent and 30% ethanol eluent had strong repairing DNA damage effect on CHO-K1 cells, and the effect of 30% group was the most obvious. In addition, three groups showed strong anti-DNA damage function to CHO-K1, and protecting effect of crude extracts was the most strong. The results suggest that C-glycosides ingredients play an important role in anti-genotoxicity in extract. **Conclusion** The extract of bamboo leaves has an antagonism to the DNA damage induced by H_2O_2 in CHO-K1.

Key words: Extract of bamboo leaves; DNA damage; Single cell gel electrophoresis(SCGE); H_2O_2

竹子是当今世界最具有使用价值的植物之一。我国的竹子资源丰富,素有“竹子王国”之称,境内有竹类 40 多属、400 余种,竹林面积约 400 万 hm^2 。因此,开发利用竹类资源的意义十分重大。早园竹(*North Ph. praecox*)为禾本科、刚竹属竹种^[1],喜温暖湿润气候。早园竹秆高叶茂,生长强壮,耐旱力抗寒性强,现已成为北京地区应用最为广泛的园林竹种^[2]。近年来有研究表明竹叶提取物中含有大量的黄酮类化合物和其他生物活性成分,如酚类、萜烯类^[3]、香豆素类内酯^[4]、活性多糖^[5]、特种氨基酸^[6]等

与人体生命活动有关的化合物。其中竹叶黄酮类化合物是竹叶提取物中的主要活性成分,具有抗脂质过氧化^[8]、抗衰老作用、清除人体内活性氧自由基^[9]、提高 SOD 以及 GSH-Px 的活力、防止血管硬化、预防老年性痴呆症等功效,是一种具有广阔开发前景的天然药物资源。一些植物黄酮类提取物在食品、药品和化妆品中已得到了一定的应用。不同种类的竹叶,其总黄酮含量和有效成分会有所不同,新叶中的黄酮类化合物高于老叶。竹叶总黄酮含量平均约为 2%^[10]。单细胞凝胶电泳是近年来刚建立的一种检测 DNA 损伤和修复的技术,它具有简便、快速、敏感性高、应用范围广等优点,是现今细胞遗传毒性检测的常用方法^[11-13]。已有学者研究对早园竹竹叶活性成分分离纯化进行了研究^[14-17],并证明竹叶粗提取物具有自由基淬灭作用和抗 DNA 氧化损伤的

基金项目 北京市自然科学基金(7092015);北京联合大学本科生研究计划项目

作者简介 单梁(1987-)男,本科生,从事环境与食品毒理学研究。

通讯作者 赵晓红 E-mail: xiaohong@bnu.edu.cn

作用。但对竹叶不同提取组分活性作用研究的报道较少。笔者对在北京有广泛分布的早园竹竹叶的活性成分进行提取、分离及其活性机制的研究,为尚处于起步阶段的早园竹活性物质研究提供了科学依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 细胞株 中国仓鼠卵巢细胞株(CHO-K1)购自中国科学院上海生命科学研究院细胞资源中心。

1.1.2 主要仪器与试剂 FW-100 型高速万能粉碎机(天津市泰斯特仪器有限公司),KQ-250 型数控超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),BUCHIR-200 旋转蒸发仪(德国 Eppendorf 公司),冷冻干燥机(美国 Labconco 公司),DHG-9140A 型电热恒温鼓风干燥箱(上海一恒科技有限公司),Forma3110 系列 CO₂ 培养箱(美国 Thermo Electron 公司),5840R 型冷冻离心机(德国 Eppendorf 公司),Bio-Rad 电泳仪(美国 Biorad 公司),TE2000-M 倒置显微镜(日本 Nikon 公司)。

H₂O₂(分析纯,北京化工厂),正常熔点琼脂糖(NMA,美国 Promega 公司),低熔点琼脂糖(LMA)(美国 Genview 公司),胰蛋白酶、Triton-100(美国 Sigma 公司),小牛血清(美国 Gibco 公司)。

1.2 方法

1.2.1 竹叶提取物的制备 采集新鲜竹叶(北京某国家森林公园)晾干后用粉碎机粉碎,过 80 目筛。按文献[14]的乙醇-水溶液超声辅助提取方法制备粗提物,即按 1:15(竹粉质量:提取溶剂体积)的比例,将竹粉用 80%的乙醇溶解,70℃,120 min,超声振荡 2 次。合并提取液,旋转蒸发仪蒸至无醇味,冻干,得粗提取物。

1.2.2 竹叶提取物的分离纯化 将粗提物重新溶于 2 000 ml 水中,上样到预处理好的 SP825 大孔树脂,浸泡过夜使其完全吸附,用去离子水洗脱,10 ml/min,至洗脱液无色,洗掉水溶性成分,再依次用 10%、30%、60%的乙醇水溶液洗脱,分别收集洗脱液,旋转蒸发至无醇味,冻干,分别得到 10%、30%、60%的乙醇洗脱提取成分。以总提取物为“全组分”组,以 30%乙醇洗脱提取成分为“30%组分”组,以 10%乙醇洗脱提取成分为“10%组分”组,分别进行定性并观察各组提取物对 CHO-K1 细胞损伤的保护和修复作用。

1.2.3 定性检测 用甲醇做溶剂,以 30%乙腈为流动相,进样量为 20 μl,检测波长为 350 nm,用高效液相色谱(HPLC)对总提取物,10%、30%、60%乙醇洗脱成分进行检测。与标准品对照,确定提取物样品中是否含有相应的标准品成分。

1.2.4 单细胞凝胶电泳试验(SCGE 试验,又称彗星试验)

1.2.4.1 细胞培养 CHO-K1 细胞复苏后,用含 10%胎牛血清和青链霉素双抗的 DMEM 培养,37℃,5%CO₂ 条件下培养,细胞融合 80%时,用 0.125%的胰蛋白酶消化、传代培养,用于以下实验。

1.2.4.2 单细胞悬液的制备 弃上清,经胰酶消化,离心收获细胞,PBS 洗两次后,129×g 离心 3 min,制成 5×10⁵ 个/ml 的单细胞悬液,37℃水浴待用。

1.2.4.2.1 H₂O₂ 对 CHO-K1 的 DNA 损伤作用 将 1×10⁵ 个/ml 的细胞悬液,接种于培养孔板中培养 24 h 后,弃上清,用 D-Hanks 液洗 3 次,分别加入不同浓度 25、50、100、200、400 μg/ml

的 H₂O₂ 培养 6 h,进行凝胶电泳。

1.2.4.2.2 竹叶提取物对细胞的修复作用 50 μg/ml H₂O₂ 作用细胞 6 h 后,加入不同组分和不同浓度的竹叶提取物,继续作用 18 h,进行凝胶电泳。

1.2.4.2.3 竹叶提取物对细胞的保护作用 不同组分与不同浓度的竹叶提取物作用细胞 18 h 后,加入 50 μg/ml H₂O₂ 继续作用 6 h,进行凝胶电泳。

1.2.4.3 凝胶电泳 主要分为五个步骤:

(1) 铺胶 取 100 μl 保温于 56℃水浴中的 0.5%普通琼脂糖均匀涂于磨砂载玻片,用盖玻片压平胶面,4℃放置 15 min,然后轻轻将盖玻片移开,取 50 μl 在 37℃水浴中保温的 1.0%低熔点琼脂糖,与 50 μl 细胞悬液混匀,立即铺片,盖玻片压平胶面,4℃放置 15 min,然后移去盖玻片。取 85 μl 0.5%低熔点琼脂糖铺片,加盖玻片,4℃冷凝 10~15 min 后,移去盖玻片。

(2) 裂解 裂解液(1 000 ml 含 146 g NaCl、41.6 g Na₂EDTA·2H₂O、1.21 g Tris、NaOH 调 pH 至 10.0)4℃预冷,临用前预冷的裂解液中加入 Triton-X 100 至终浓度 1%,将制好的胶板水平放置在大培养皿中,加入裂解液,4℃裂解 90 min。

(3) 电泳 取出胶板,将胶板水平放置于装有 2 L 电泳缓冲液(2 000 ml 中含 10.8 g Tris Base、11 g 硼酸、1.86 g Na₂EDTA)的电泳槽中,4℃放置 20 min 解旋,然后调整电压为 25 V,通过调整液面,使电流为 300 mA,4℃电泳 20 min,测定双链 DNA 断裂。

(4) 中和 将胶板取出,放在 70%的乙醇中浸泡 5 min,取出风干。

(5) 着色 在每块胶板上加入 40 μl~50 μl 稀释的 SYBR Green 工作液,晾干。

1.2.4.4 彗星分析 以绿色激发光激发,观察并照相,用 IMI 1.0 彗星分析系统(深圳市疾控中心)进行分析。每个样本分析 50 个细胞。显微镜下观察,应用 Comet Analysis 彗星分析软件分析彗星的尾长,通过尾长判断 CHO-K1 细胞 DNA 的损伤程度,即尾长越长,损伤越严重。

1.2.5 统计学方法 数据均以 $\bar{x} \pm s$ 表示,用 SPSS 13.0 进行统计分析。同一组别不同浓度与对照组比较采用单因素方差分析中的 Dunnett *t* 检验。不同组别同种浓度的比较采用独立样本 *t* 检验。 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 对提取物中不同物质的定性测定结果 分别以异红草素、绿原酸、香豆素为标准品对不同样品中的 C-黄酮苷类、酚酸类、内酯类物质进行检测。结果显示,粗提物中含有 C-黄酮苷类和酚酸类物质,在 30%乙醇洗脱液中主要为 C-黄酮苷类,而酚酸类物质含量极少;在 10%乙醇洗脱液中主要为酚酸类,而未检测到 C-黄酮类;在 60%乙醇洗脱液中没有发现二者的存在。在总提取物及不同洗脱成分中均未检测到香豆素内酯。

2.2 细胞 DNA 氧化损伤的保护与修复作用

2.2.1 H₂O₂ 对 CHO-K1 的 DNA 损伤作用 H₂O₂ 对 CHO-K1 的 DNA 损伤作用的结果见表 1。由表 1 可见,不同浓度的 H₂O₂ 作用 CHO-K1 6 h 后,与对照组比较,彗星尾长差异具有极显著的统计学意义($P<0.01$),各染毒组均能造成明显的 DNA 损伤,且随着浓度增加,尾长增加,呈明显的剂量-效应关系($r=0.604$, $P<0.01$),即 DNA 链断裂损伤作用越明显。

表 1 不同浓度的 H₂O₂ 对 CHO-K1 细胞的 DNA 损伤作用

H ₂ O ₂ 浓度(μg/ml)	检测细胞数	尾长($\bar{x} \pm s$, 像素)
0	50	3.087±6.631
25	50	24.220±8.548 ^a
50	50	33.021±14.177 ^a
100	50	39.680±18.317 ^a
200	50	52.064±26.539 ^a
400	50	60.327±33.370 ^a

注: 与对照组比较 P<0.01。

2.2.2 竹叶提取物对细胞 DNA 损伤的作用 竹叶提取物本身对细胞 DNA 损伤的作用的结果见表 2。

表 2 不同浓度不同组分的竹叶提取物对 CHO-K1 细胞彗星尾长的影响

竹叶提取物浓度 (μg/ml)	检测细胞数	尾长($\bar{x} \pm s$, 像素)		
		10%组分	30%组分	全组分
0.00	50	3.680±3.292	3.680±3.292	3.680±3.292
6.25	50	5.160±3.530	6.840±5.152 ^a	5.280±3.332
12.50	50	7.460±3.930 ^a	9.100±4.974 ^a	8.480±3.576 ^a
25.00	50	14.500±5.690 ^a	15.200±4.965 ^a	13.100±3.699 ^a

注: 与对照组比较 P<0.01。

由表 2 可见全组分和 10%组分在 6.25 μg/ml 浓度下与对照组比较,尾长差异无统计学意义(P>0.05),但随着竹叶提取物浓度的增高,CHO-K1 的尾长值也逐渐增高,与对照组比较有极显著差异(P<0.01),且有明显的剂量-效应关系(10%组分 r=0.707 P<0.01;全组分 r=0.719 P<0.01)。而 30%组分在测定浓度下均能引起不同程度的 DNA 尾长增加,且有明显的剂量-效应关系(r=0.703 P<0.01)。

比较不同组分在相同剂量下对 CHO-K1 细胞的 DNA 链断裂的影响,可见各剂量组中,均以 30%组分尾长最长,说明同一剂量下其 DNA 损伤作用最强,由此说明不同组分对细胞 DNA 有一定的损伤的作用,且不同组分间也有差别。

2.2.3 竹叶提取物对细胞的修复作用 竹叶提取物对细胞的修复作用结果见表 3。由表 3 可见,三种组分提取物在 6.25 μg/ml 浓度下降低 H₂O₂ 诱导的 DNA 链断裂作用最强,尾长最短,随着提取物浓度增加,虽然也能明显降低 H₂O₂ 诱导的 DNA 链断裂作用(与对照组比较 P<0.01),但修复作用逐渐降低,在 25 μg/ml 时尾长值与 H₂O₂ 对照组无显著差异(P>0.05)。

表 3 不同提取组分对 H₂O₂ 诱导 DNA 损伤的修复作用

竹叶提取物浓度(μg/ml)	H ₂ O ₂ 浓度(μg/ml)	检测细胞数	尾长(n=50 $\bar{x} \pm s$, 像素)		
			10%组分	30%组分	全组分
0.00	50	50	34.520±3.118	34.520±3.118	34.520±3.118
6.25	50	50	16.460±3.610 ^a	14.740±3.016 ^a	14.740±3.016 ^a
12.50	50	50	26.140±3.769 ^a	23.820±3.657 ^a	24.020±2.846 ^a
25.00	50	50	34.980±3.771	29.980±5.374	33.020±5.175

注: 与 H₂O₂ 组比较 P<0.01。

比较不同组分在相同剂量下对 H₂O₂ 诱导 DNA 损伤的修复作用可见,各浓度下均以 30%组分彗星尾长最短,提高修复作用最强,其次为全组分,而 10%组分的修复作用最弱。由此推测全组分与 30%组分中所含的 C-黄酮苷类化合物在提取物的修复损伤中起重要作用。

2.2.4 竹叶提取物对细胞的保护作用 不同组分与不同浓度的竹叶提取物作用细胞 18 h 后,加入 50 μg/ml H₂O₂ 继续作用 6 h,观察 DNA 链断裂的情况,结果见表 4。

表 4 不同浓度的不同提取组分对 H₂O₂ 诱导 DNA 损伤的保护作用

竹叶提取物浓度(μg/ml)	H ₂ O ₂ 浓度(μg/ml)	尾长(n=50 $\bar{x} \pm s$, 像素)		
		10%组分	30%组分	全组分
0.00	50	34.440±4.272	34.440±4.272	34.440±4.272
6.25	50	21.440±6.038 ^a	25.080±4.444 ^a	20.620±7.806 ^a
12.50	50	17.580±4.990 ^a	21.260±5.506 ^a	8.700±4.546 ^a
25.00	50	31.360±5.809	23.540±5.407 ^a	14.340±3.910 ^a

注: 与对照组比较 P<0.01。

由表 4 可见,三种组分提取物在 12.50 μg/ml 浓度下彗星尾长最短,提高抗 H₂O₂ 所致 DNA 断裂的作用最强,其次为 6.25 μg/ml,与过氧化氢组比较,尾长差异极显著(P<0.01),其中 30%组分和全组分的竹叶提取物,保护作用具有明显的剂量-反应关系(30%组分 r=-0.500 P<0.01;全组分 r=-0.610 P<0.01)。10%组分在 25 μg/ml 浓度下未观察到明显的 DNA 保护作用,其尾长值与 H₂O₂ 对照组比较,差异无统计学意义(P>0.05)。

比较不同组分在相同剂量下对 H₂O₂ 诱导 DNA 损伤的保护作用可见,各浓度下均以全组分保护作用最强,其次在 6.25 μg/ml 和 12.50 μg/ml 时为 10%组分,25 μg/ml 时是 30%组分。

3 讨论

单细胞凝胶电泳又称彗星试验,对 DNA 损伤十分敏感,可测出每份相对分子质量为 10⁹ 的 DNA 中 0.1 个 DNA 分子的断裂[18]。已有研究应用彗星实验的方法证明 Mg²⁺对 H₂O₂ 诱导的人脐静脉内皮细胞 DNA 氧化损伤的影响[19]、污灌土壤有机提取物对原代大鼠肝细胞 DNA 损伤的研究[20]、香烟烟雾对 A549 细胞的氧化损伤[21]及大气细颗粒物致大鼠肺泡巨噬细胞 DNA 损伤[22]。本实验研究通过彗星实验发现, H₂O₂ 也可引起 CHO-K1 的 DNA 损伤,其损伤程度随着染毒剂量的增加而增大。

近年来,许多研究已证明不同天然提取物具有拮抗致突变剂引起 DNA 链断裂的作用,如栝精和蜂胶具有抗辐射引起的 DNA 链断裂的作用[23],茄子皮中提取的花青素可降低由环磷酰胺诱导小鼠 DNA 损伤[24],蘑菇提取物具有很强的抗 2-氨基-3-甲基咪唑-喹啉对人肝癌细胞的 DNA 损伤作用[25],苦味叶下珠提取物对过氧化氢、链霉素和 NO 诱导的淋巴细胞 DNA 损伤有明显的预防作用[26]。关于竹叶提取物对机体的损伤保护与修复的研究也有一些报道,显示竹叶提取物对缺氧/复氧心肌细胞的保护作用[27],竹叶总黄酮对大鼠心肌缺血再灌注损伤的保护作用[28],可显著提高心肌细胞超氧化物歧化酶(SOD)的活力及细胞线粒体脱氢酶的活力,并能显著抑制乳酸脱氢酶(LDH)的活力和丙二醛(MDA)的生成。对北京早园竹叶提取物的抗氧化活性研究证明竹叶提取物具有一定的清除二苯基苦基苯肼(DPPH)自由基能力、显著抑制 DNA 损伤[27]。本实验以提取物的全组分、30%组分、10%组分分别对细胞损伤进行保护和修复作用的研究表明竹叶提取物的不同活性成分均具有细胞 DNA 损伤的修复和保护作用,但成分不同,作用剂量不同,表现的修复与保护作用也不同,其确切机制还有待于进一步研究。此外,本研究结果也可显示竹叶提取物的三种组分本身对 CHO-K1 细胞也具有轻微的 DNA 损伤作用。由此说明天然提取物在一定浓

度下也有一定的遗传毒性作用^[29,30],比较不同组分在相同剂量下对 H₂O₂ 诱导 DNA 损伤的保护作用还可见,各浓度下均以全组分保护作用最强,其次在 6.25 μg/ml 和 12.50 μg/ml 时为 10% 组分,25 μg/ml 时是 30% 组分。由此说明不同组分对 DNA 链断裂均有一定的预防作用,但作用趋势呈现一定的不一致性。因此,还需要对 BLE 活性组分中的有效物质进行进一步的定性、定量研究,选择天然活性物质最适作用浓度是非常重要的。

参考文献:

- [1] 张英. 竹叶黄酮的生理与药理活性[J]. 世界竹藤通讯, 2004, 2(2): 1.
- [2] 欧小平, 冯小虎, 翟敬宇. 北京地区早园竹高生长规律及出笋长竹期的养护技术[J]. 世界竹藤通讯, 2008, 6(2): 18-21.
- [3] 刘翠. 竹叶资源研究进展及开发利用[J]. 林业建设, 1999, 6: 10-14.
- [4] 张英, 丁霄霖. 竹叶有效成份和抗活性氧自由基效能的研究[J]. 竹子研究汇刊, 1996, 15(3): 17-24.
- [5] Faisal HA. Primary studies on lactone in bamboo leaf[D]. Thesis for MS degree of Zhejiang University, 2000.
- [6] 唐莉莉, 徐榕榕, 丁霄霖. 竹叶多糖对小鼠移植瘤的抑制作用[J]. 无锡轻工大学学报, 1998, 17(3): 62-65.
- [7] 张英, 丁霄霖, 王树英. 竹叶特种氨基酸的存在及其生物学意义[J]. 无锡轻工大学学报, 1997, 16(1): 29-32.
- [8] Hu C, Zhang Y. Evaluation of antioxidant and prooxidant activities of bamboo *Phyllostachys nigra var. henonis* leaf extract in vitro [J]. Agric Food Chem, 2000, 48: 3170-3176.
- [9] 张英, 丁霄霖. 竹叶提取物类 SOD 活性的综合考察[J]. 中国食品学报, 1998, 2(2): 62-66.
- [10] 从燕. 开发竹叶资源提取生物活性物质[J]. 厦门科技, 2009, 2: 61-62.
- [11] Collins AR. The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations[J]. Mol Biotechnol, 2004, 26: 249-261.
- [12] 胡建平, 刘春芳, 林娜. 现代实验技术在中药遗传毒理学研究中的应用[J]. 中国实验方剂学杂志, 2006, 12(8): 66-70.
- [13] Moller P. The alkaline comet assay: towards validation in biomonitoring of DNA damaging exposures [J]. Basic Clin Pharmacol Toxicol, 2006, 98: 336-345.
- [14] 张珊珊, 赵晓红. 超声辅助萃取法提取北方地区早园竹中总黄酮的工艺研究[J]. 食品科学, 2007, 28(10): 147-151.
- [15] 张珊珊, 赵晓红. 不同提取方法对北京市早园竹叶黄酮提取效率比较[J]. 食品科技, 2008, (3): 167-170.
- [16] 米生权, 赵晓红. 几种植物化学物粗提物体外抗 DNA 氧化损伤功能

- 的检测[J]. 北京联合大学学报自然科学版, 2009, 23(1): 14-17.
- [17] 刘璇, 米生权, 张宇轩, 等. 北京早园竹叶提取物的抗氧化活性研究[J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(3): 239-241.
- [18] 姜广建, 黄治林, 张艳淑. 柴油机废气颗粒物对小鼠淋巴细胞 DNA 损伤的 SCGE 检测[J]. 华北煤炭医学院学报, 2000, 2(1): 37-38.
- [19] 吕晓华, 王瑞淑. 镁对豚鼠静脉内皮细胞 DNA 氧化损伤的影响[J]. 营养学报, 2001, 23(4): 317-319.
- [20] 高红霞, 许浩, 刘英莉, 等. 污灌土壤有机提取物对原代大鼠肝细胞 DNA 损伤的研究[J]. 现代预防医学, 2007, 34(16): 3015-3016.
- [21] 王玲, 冉云, 吴媚, 等. 香烟烟雾对 A549 与 A549-R 细胞的氧化损伤[J]. 卫生研究, 2009, 38(2): 148-152.
- [22] 孟紫强, 张全喜. 大气细颗粒物致大鼠肺泡巨噬细胞 DNA 损伤[J]. 中国环境科学, 2005, 25(1): 15-17.
- [23] Benković V, Knežević AH, Dikić D et al. Radioprotective effects of quercetin and ethanolic extract of propolis in gamma-irradiated mice [J]. Arh Hig Rada Toksikol, 2009, 60: 129-138.
- [24] Azevedo L, Alves de Lima PL, Gomes JC et al. Differential response related to genotoxicity between eggplant (*Solanum melano-genogena*) skin aqueous extract and its main purified anthocyanin (delphinidin) in vivo [J]. Food Chem Toxicol, 2007, 45: 852-858.
- [25] Mlinarić A, Kac J, Fatur T et al. Anti-genotoxic activity of the mushroom *Lactarius vellereus* extract in bacteria and in mammalian cells in vitro [J]. Pharmazie, 2004, 59: 217-221.
- [26] Karuna R, Reddy SS, Baskar R et al. Antioxidant potential of aqueous extract of *Phyllanthus amarus* in rats [J]. Indian J Pharmacol, 2009, 41: 64-67.
- [27] 付晓春, 李少鹏. 竹叶提取物对缺氧复氧心肌细胞的保护作用[J]. 现代食品与药品杂志, 2006, 16(1): 18-21.
- [28] 袁良俊, 张宏考, 刘继军, 等. 竹叶总黄酮对大鼠心肌缺血再灌注损伤保护作用的实验研究 [J]. 中国中医急症, 2009, 18 (11): 1838-1840.
- [29] Andrade CU, Perazzo FF, Maistro EL. Mutagenicity of the *Musa paradisiaca* (*Musaceae*) fruit peel extract in mouse peripheral blood cells in vivo [J]. Genet Mol Res, 2008, 7: 725-732.
- [30] Ribeiro JC, Andrade SF, Bastos JK et al. Evaluation of the genotoxic potential of *Austroplenckia populnea* (Reiss) Lundell chloroform fraction from barkwood extract in rodent cells in vivo [J]. Braz J Biol, 2009, 69: 1141-1147.

(收稿日期 2010-12-20 修回日期 2011-01-20)

(本文编辑 杜宇欣)

吴阶平—保罗·杨森医学药学奖报名通知

为促进我国医药卫生事业的发展,激励广大医药卫生工作者发扬严谨治学、求实创新精神,1994 年,经科技部奖励办注册设立吴阶平—保罗·杨森医学药学奖(简称吴杨奖)。吴杨奖旨在表彰、奖励在医药卫生领域努力钻研并作出突出贡献的 55 岁及以下优秀医药卫生工作者。作为中国医药卫生领域权威的非官方奖项之一,吴杨奖以其科学、严格的评选程序和严肃、认真的评审态度确立了在医药卫生领域的声誉和地位,成为我国医药卫生工作者努力争取的一项殊荣。2011 年第 12 届吴杨奖的报名工作已正式启动。本届吴杨奖报名范围为临床医学、药学和公共卫生三个领域的 55 岁及以下医药卫生工作者,报名人具体专业不限。获奖名额为临床医学领域获奖人 6 名以内,药学领域获奖人 2 名以内,公共卫生领域获奖人 2 名以内。本届吴杨奖获奖名额不超过 10 名,另设提名奖不超过 10 名。报名人可通过吴杨奖官方网站在线报名或原始书面材料报名。具体报名方法和报名条件等信息请登录吴杨奖官方网站(www.wuyangjiang.com)查询。报名截止日期:2011 年 4 月 30 日。吴杨奖秘书处联系人:曹颖洁。地址:北京市西城区车公庄大街 9 号五栋大楼 B3 座 802 (100044); 电话:010-88393866; 传真:010-88393864; E-mail: wuyangjiang@china.com 吴杨奖官方网站: www.Wuyangjiang.com

本刊讯