

文章编号:1004 - 616X(2002)02 - 0094 - 04

论著 ·

六种中草药抗突变及抗肿瘤活性的实验报告

郭 炜¹, 赵泽贞¹, 单保恩², 魏丽珍¹, 温登瑰¹

(1. 河北医科大学第四医院省肿瘤研究所, 河北 石家庄 050011; 2. 河北医科大学第四医院科研中心, 河北 石家庄 050011)

【摘要】目的: 探讨仙鹤草、山楂、香菇、杏仁、大枣、板蓝根等 6 种中草药的抗突变抗肿瘤作用及其机制。方法: 采用抗突变和致突变同步快速试验研究了 6 种中草药的抗突变和致突变性; 采用体外抑瘤试验研究了 6 种中草药的 4 个浓度组对 4 种肿瘤细胞的抑制作用。结果: 经加和不加大鼠肝脏微粒体酶 (S9) 2 种试验, 6 种中草药均未显示有致突变毒性, 香菇、山楂、杏仁、大枣显示对 MMC 引起的致突变作用有拮抗效应; 仙鹤草、山楂、香菇水溶性提取液各浓度组对 4 种肿瘤细胞的³H-TdR 掺入均有抑制作用, 且随浓度的增加, 抑制作用有增强趋势。结论: 香菇、山楂、杏仁、大枣具有抗突变活性, 仙鹤草、山楂、香菇对 MT-₁、L₉₂₉、SK、K₅₆₂ 4 种细胞的 DNA 合成有明显抑制作用。

【关键词】中草药; 抗突变; 致突变; 同步法; 抗肿瘤; 抑瘤试验

中图分类号: R28

文献标识码: A

REPORT ON THE ANTIMUTAGENICITY AND ANTI-TUMOR ACTIVITY OF SIX KINDS OF CHINESE MEDICINAL HERBS

GUO Wei, ZHAO Ze-zhen, SHAN Bao-en, WEI Li-zhen, WEN Deng-gui

(Hebei Cancer Institute, The 4th Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050011, China)

【Abstract】 **Purpose:** To test the antimutagenicity and anti-tumor activity of six kinds of Chinese medicinal herbs (hairyvein agrimony, hawthorn, mushroom, apricot kernel, jujube and isatis root). **Methods:** The antimutagenicity and mutagenicity of six kinds of Chinese medicinal herbs were investigated using the antimutagenicity and mutagenicity synchronous test, the anti-tumor activity of the six kinds of Chinese medicinal herbs to four kinds of tumor cells were investigated using *in vitro* anti-tumor test. **Results:** With and without rat liver microsomal enzymes (S9) the tests showed that all the Chinese medicinal herbs had no mutagenicity. Mushroom, hawthorn, apricot kernel and jujube were antimutagen against MMC. Four different concentration groups of hairyvein agrimony, hawthorn and mushroom extracts all had the effects of inhibiting the incorporation of ³H-TdR. The inhibition had an increasing tendency with the increasing of concentration. **Conclusions:** mushroom, hawthorn, apricot kernel and jujube have antimutagen activity, hairyvein agrimony, hawthorn and mushroom can apparently inhibit the synthesis of DNA of four kinds of tumor cells (MT-₁, L929, SKV20, K562).

【Key words】 Chinese medicinal herb; antimutagenicity; mutagenicity; synchronous test; anti-tumor activity

为寻找抗突变抗癌剂, 在查阅文献的基础上, 我们选择了香菇、山楂、杏仁、大枣、仙鹤草、板蓝根 6 种中草药, 拟探讨它们的抗突变和抗肿瘤作用及其机制, 以期进一步进行应用研究, 为肿瘤的预防提供科

收稿日期: 2001-06-25; 修订日期: 2001-09-21
基金项目: 河北省中医药管理局资助课题 (98046)

作者简介: 郭 炜 (1973-), 女, 河北沧州市人, 硕士研究生, 从事中草药的抗突变抗癌研究。

学依据。

1 材料与方法

1.1 抗突变和致突变同步快速试验

1.1.1 受试样品及其制备 杏仁、大枣、仙鹤草、板蓝根干品购于河北医科大学第四医院药房,香菇干品及鲜山楂购于本地市场。称取杏仁、大枣、香菇、仙鹤草、板蓝根干品各2g,加12ml蒸馏水浸泡24h后,置95℃水浴5min,自然降温待测;鲜山楂用75%酒精棉球将表皮消毒,无菌小刀刮掉表皮,无菌操作取果肉4.5g,加13.5ml无菌蒸馏水研磨成汁备用。

1.1.2 试剂 大鼠肝脏微粒体酶(S9)由中国军事医学科学院第六研究所卫生毒理学研究室赠送;0.05mg/ml的丝裂霉素C(MMC)作致突变阳性对照剂;100mg/ml的维生素C(Vit. C)作抗突变阳性对照剂;0.85%生理盐水(NS)作既不抗突变也不致突变的阴性对照剂。

1.1.3 标准试验菌种 大肠杆菌溶源性菌GY5027,该菌遇致突变物即发生SOS反应产生噬菌体,对该噬菌体敏感的菌为GY4015,试验前进行菌种鉴定符合原生物学特性。

1.1.4 菌种的活化、受试样品及各种对照剂的处理、培养基的制备等均按照抗突变和致突变同步快速试验的常规进行,采用直线加条法^{1,2}。

1.1.5 加S9的试验 在每皿3ml的含试验菌株的半固体培养基中加0.5ml S9混合液,混匀铺皿,在冰盘上快速操作。其他试验程序与不加S9的试验相同。

1.1.6 判断结果的标准 按照抗突变和致突变同步快速试验的判断标准进行结果判定¹。

1.2 体外抑瘤试验

1.2.1 细胞株 成人T细胞白血病细胞株(MT-1)、小鼠成纤维细胞株(L929)、人卵巢癌细胞株(SKV20)、人红白血病细胞株(K562)由河北医科大学第四医院科研中心提供。

1.2.2 试剂 氚-脱氧胸腺嘧啶核苷(³H-TdR)由中国原子能科学研究院生产,RPMI1640培养基为GIBCO公司产品。

1.2.3 样品的处理 称取上述各样品干品2g,用100ml蒸馏水浸泡24h后,100℃水浴1h,用普通滤纸过滤2次,再用0.22μm滤器过滤除菌,置4℃冰箱保存备用。

1.2.4 试验分组 阴性对照用磷酸盐缓冲液;阳性

对照用100μg/ml的顺铂,分4个浓度组,即2.5μg/ml、5μg/ml、10μg/ml、20μg/ml组;试验组分6种药物试验组,每种药物组分4个浓度组,即0.5mg/ml、1mg/ml、2mg/ml、4mg/ml组。

1.2.5 试验程序 常规培养细胞³,待细胞进入对数生长期后,用RPMI1640培养液调整细胞浓度为1×10⁵个/ml,并接种于96孔培养板,每孔1×10⁴个细胞,加入各对照剂及受试物,每组3个复孔。置CO₂培养箱中,37℃培养48h后,各培养孔加入0.5μCi的³H-TdR,继续培养24h,用细胞收集器收集细胞,然后用液体闪烁计数器测³H-TdR掺入的放射性强度,用结合于细胞³H-TdR的平均每分钟计数(cpm)表示,并计算抑制率。

$$\text{抑制率}(\%) = \frac{(\text{对照组 } \bar{x}_{\text{cpm}} - \text{闪烁液本底 } \bar{x}_{\text{cpm}}) - (\text{试验组 } \bar{x}_{\text{cpm}} - \text{闪烁液本底 } \bar{x}_{\text{cpm}})}{(\text{对照组 } \bar{x}_{\text{cpm}} - \text{闪烁液本底 } \bar{x}_{\text{cpm}})}$$

1.2.6 统计学处理 用方差分析、Duncan新法、q检验和配对t检验做显著性检验,数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示。

2 结果

2.1 抗突变和致突变同步快速试验

加和不加S9的两种试验,均在7h后标准对照剂出现了判断标准的典型反应,6种中草药均未显示致突变毒性。香菇、山楂、杏仁、大枣在加与不加S9的两种试验中显示与Vit. C一致的效应,即对MMC的致突变毒性有直接及间接的拮抗作用,香菇、山楂、大枣还呈强阳性,且山楂有明显的抑菌环;仙鹤草和板蓝根既未显示致突变效应也未显示抗突变效应(见表1)。

表1. 6种中草药抗突变和致突变同步快速试验结果

Table 1. The results of the antimutagenicity and mutagenicity synchronous test of six kinds of Chinese medicinal herbs

Sample	Antimutagenicity		Mutagenicity	
	- S9	+ S9	- S9	+ S9
Hawthorn	+++*	+++*	-	-
Apricot kernel	+	+	-	-
Jujube	+++	+++	-	-
Mushroom	+++	+++	-	-
Hairyvein agrimony	-	-	-	-
Isatis root	-	-	-	-
Vitamin C	++	++	-	-
MMC	-	-	+++	+++
NS	-	-	-	-

+++ : strong positive; ++ : middle positive; + : positive; - : negative.

+++* : strong positive and with the ring of repressing bacteria

2.2 体外抑瘤试验

仙鹤草、山楂、香菇水溶性提取液各浓度组对4种细胞的³H-TdR掺入均有抑制作用(P < 0.01),且随剂量的增加抑制作用有增强趋势;仙鹤草水溶性提取液在2 mg/ml浓度时对SKV₂₀细胞的抑制作用同顺铂20 μg/ml浓度比较无显著性差异(P > 0.05);杏仁水溶性提取液仅4 mg/ml浓度组对L₉₂₉细胞有抑制³H-TdR掺入的作用(P < 0.01);板蓝根水溶性提取液仅4 mg/ml浓度组对L₉₂₉和SKV₂₀细胞有抑制³H-TdR掺入的作用(P < 0.05);大枣水溶性提取液各浓度组对4种细胞均未显示明显的抑制³H-TdR掺入的作用(P > 0.05)(见表2~5)。

表2. 6种中草药对MT⁻细胞增殖的影响

Table 2. The effect of six kinds of Chinese medicinal herbs on the proliferation of MT⁻ cells

Group	Concentration	\bar{x} cpm ±s	Inhibitory rate (%)
Control		6 537.07 ±600.08	
	2.5 μg/ml	2 646.61 ±410.67 **	59.5
	5 μg/ml	1 748.78 ±315.47 **	73.2
Cisplatin	10 μg/ml	1 020.62 ±316.64 **	84.4
	20 μg/ml	417.28 ±108.43 **	93.6
	0.5 mg/ml	3 445.65 ±727.06 **	47.3
Hawthorn	1 mg/ml	2 876.33 ±271.91 **	56.0
	2 mg/ml	1 270.96 ±288.08 **	80.6
	4 mg/ml	720.81 ±63.53 **	88.9
Mushroom	0.5 mg/ml	3 532.19 ±588.30 **	46.0
	1 mg/ml	3 000.42 ±398.78 **	54.1
	2 mg/ml	1 253.96 ±282.59 **	80.8
Hairyvein agrimony	4 mg/ml	428.73 ±72.38 **	93.4
	0.5 mg/ml	3 102.17 ±506.78 **	52.5
	1 mg/ml	1 972.34 ±213.10 **	69.8
Apricot kernel	2 mg/ml	1 111.03 ±266.69 **	83.0
	4 mg/ml	518.63 ±58.42 **	92.1
	0.5 mg/ml	6 296.22 ±457.51	3.7
Jujube	1 mg/ml	5 911.54 ±513.32	9.6
	2 mg/ml	5 848.99 ±505.04	10.5
	4 mg/ml	5 891.75 ±397.43	9.9
Isatis root	0.5 mg/ml	5 986.20 ±530.28	8.4
	1 mg/ml	5 918.41 ±305.61	9.5
	2 mg/ml	5 953.72 ±350.08	8.9
Hawthorn	4 mg/ml	5 985.81 ±573.14	8.4
	0.5 mg/ml	6 172.88 ±726.94	5.6
	1 mg/ml	6 074.86 ±426.19	7.1
Mushroom	2 mg/ml	6 193.74 ±449.44	5.3
	4 mg/ml	5 983.18 ±574.22	8.5

Compared with control group: * P < 0.05 ** P < 0.01

表3. 6种中草药对L929细胞增殖的影响

Table 3. The effect of six kinds of Chinese medicinal herbs on the proliferation of L929 cells

Group	Concentration	\bar{x} cpm ±s	Inhibitory rate (%)
Control		6 695.60 ±413.15	
	2.5 μg/ml	2 523.06 ±415.37 **	62.3
	5 μg/ml	1 772.50 ±350.61 **	73.5
Cisplatin	10 μg/ml	1 035.33 ±76.88 **	84.5
	20 μg/ml	273.11 ±45.85 **	95.9
	0.5 mg/ml	4 118.41 ±355.05 **	38.5
Hawthorn	1 mg/ml	3 258.95 ±564.15 **	51.3
	2 mg/ml	1 369.52 ±413.13 **	79.5
	4 mg/ml	307.28 ±70.08 **	95.4
Mushroom	0.5 mg/ml	4 287.70 ±988.14 **	36.0
	1 mg/ml	3 719.88 ±798.90 **	44.44
	2 mg/ml	959.84 ±162.62 **	85.7
Hairyvein agrimony	4 mg/ml	290.95 ±71.40 **	95.7
	0.5 mg/ml	4 407.47 ±582.14 **	34.2
	1 mg/ml	3 704.42 ±376.34 **	44.7
Apricot kernel	2 mg/ml	2 036.39 ±595.63 **	70.0
	4 mg/ml	279.89 ±38.18 **	95.8
	0.5 mg/ml	6 340.30 ±982.29	5.3
Jujube	1 mg/ml	6 430.11 ±558.68	4.0
	2 mg/ml	6 300.51 ±370.29	5.9
	4 mg/ml	5 510.55 ±562.40 **	17.7
Isatis root	0.5 mg/ml	6 332.84 ±689.35	5.4
	1 mg/ml	6 478.58 ±581.94	3.2
	2 mg/ml	6 425.55 ±618.64	4.0
Hawthorn	4 mg/ml	6 427.44 ±426.83	4.0
	0.5 mg/ml	6 512.34 ±581.66	2.7
	1 mg/ml	6 330.08 ±662.85	5.5
Mushroom	2 mg/ml	6 437.46 ±886.86	3.9
	4 mg/ml	5 831.11 ±570.28 *	12.9

Compared with control group: * P < 0.05 ** P < 0.01

表4. 6种中草药对SKV20细胞增殖的影响

Table 4. The effect of six kinds of Chinese medicinal herbs on the proliferation of SKV20 cells

Group	Concentration	\bar{x} cpm ±s	Inhibitory rate (%)
Control		10 827.18 ±977.84	
	2.5 μg/ml	5 399.56 ±980.32 **	50.1
	5 μg/ml	3 794.06 ±579.95 **	74.2
Cisplatin	10 μg/ml	1 727.33 ±451.30 **	84.0
	20 μg/ml	302.72 ±68.78 **	97.2
	0.5 mg/ml	7 191.69 ±383.18 **	33.6
Hawthorn	1 mg/ml	4 846.35 ±541.01 **	55.2
	2 mg/ml	1 262.12 ±354.51 **	88.3

Group	Concentration	\bar{x} cpm $\pm s$	Inhibitory rate (%)
Mushroom	4 mg/ml	378.56 \pm 96.27 **	96.5
	0.5 mg/ml	7 197.79 \pm 604.50 **	33.5
	1 mg/ml	5 359.45 \pm 865.59 **	50.5
	2 mg/ml	2 445.45 \pm 386.62 **	77.4
	4 mg/ml	376.02 \pm 44.16 **	96.5
Hairyvein agrimony	0.5 mg/ml	4 778.95 \pm 290.03 **	55.9
	1 mg/ml	1 706.15 \pm 430.09 **	84.2
	2 mg/ml	340.57 \pm 77.93 **	96.9
Apricot kernel	4 mg/ml	305.00 \pm 51.93 **	97.2
	0.5 mg/ml	10 526.49 \pm 943.41	2.8
	1 mg/ml	10 598.02 \pm 818.61	2.1
	2 mg/ml	10 540.29 \pm 563.37	2.6
Jujube	4 mg/ml	10 435.98 \pm 808.55	3.6
	0.5 mg/ml	10 805.06 \pm 1 091.29	0.2
	1 mg/ml	10 696.49 \pm 1 198.62	1.2
	2 mg/ml	10 436.08 \pm 965.71	3.6
Isatis root	4 mg/ml	10 484.67 \pm 560.59	3.2
	0.5 mg/ml	10 494.18 \pm 925.95	3.1
	1 mg/ml	10 511.56 \pm 716.39	2.9
	2 mg/ml	10 386.84 \pm 553.05	4.1
	4 mg/ml	9 403.32 \pm 538.37 *	13.2

Compared with control group: * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

表 5. 6 种中草药对 K562 细胞增殖的影响

Table 5. The effect of six kinds of Chinese medicinal herbs on the proliferation of K562 cells

Group	Concentration	\bar{x} cpm $\pm s$	Inhibitory rate (%)
Control		11 361.59 \pm 673.67	
Cisplatin	2.5 μ g/ml	6 193.43 \pm 935.31 **	45.5
	5 μ g/ml	3 423.85 \pm 451.12 **	69.9
	10 μ g/ml	1 942.78 \pm 137.87 **	82.9
	20 μ g/ml	309.78 \pm 40.55 **	97.3
Hawthorn	0.5 mg/ml	7 744.97 \pm 604.92 **	31.8
	1 mg/ml	4 739.30 \pm 266.07 **	58.3
	2 mg/ml	1 269.46 \pm 369.69 **	88.8
	4 mg/ml	344.24 \pm 71.98 **	97.0
Mushroom	0.5 mg/ml	8 488.18 \pm 513.19 **	25.3
	1 mg/ml	4 962.30 \pm 808.12 **	56.3
	2 mg/ml	1 539.34 \pm 678.57 **	86.5
	4 mg/ml	334.06 \pm 61.13 **	97.1
Hairyvein agrimony	0.5 mg/ml	8 154.25 \pm 523.21 **	28.2
	1 mg/ml	4 884.02 \pm 384.04 **	57.0
	2 mg/ml	1 564.41 \pm 342.65 **	86.2
	4 mg/ml	336.46 \pm 77.38 **	97.0
	0.5 mg/ml	11 282.31 \pm 941.66	0.7

Group	Concentration	\bar{x} cpm $\pm s$	Inhibitory rate (%)
Apricot kernel	1 mg/ml	11 280.12 \pm 1 190.72	0.7
	2 mg/ml	11 142.23 \pm 725.72	1.9
	4 mg/ml	11 086.56 \pm 649.37	2.4
Jujube	0.5 mg/ml	11 229.44 \pm 813.54	1.2
	1 mg/ml	11 253.39 \pm 979.22	1.0
	2 mg/ml	11 088.84 \pm 1 040.82	2.4
Isatis root	4 mg/ml	11 044.68 \pm 645.03	2.8
	0.5 mg/ml	11 253.70 \pm 943.34	1.0
	1 mg/ml	11 190.94 \pm 792.80	1.5
	2 mg/ml	11 175.59 \pm 944.88	1.6
	4 mg/ml	11 090.27 \pm 832.16	2.4

Compared with control group: * $P < 0.05$ ** $P < 0.01$

3 讨论

3.1 本试验结果提示香菇、山楂、杏仁、大枣等 4 种天然可食性中草药对 MMC 引起的致突变反应有直接及间接拮抗作用。山楂显有抑菌环,可能与其 pH 较低有关,香菇和山楂还具有较强的抑制 4 种靶细胞 DNA 合成的作用。因此,除原有的已知药理保健作用外,它们可望有更广泛的开发利用价值。

3.2 仙鹤草和板蓝根虽未显示抗突变性,但也未发现致突变性;仙鹤草还显示了较强的抑制 4 种细胞³H-TdR 掺入的作用,尤其是针对 SK 细胞,在较低浓度(2 mg/ml)时就有极显著的抑制作用。所以仙鹤草还可能是较有前途的抗癌剂,值得进一步验证开发。一般认为,具有抗突变性的物质多具有抗癌作用,但并非所有的物质均如此,仙鹤草无抗突变作用但有抑瘤作用,这可能与抗突变和抗肿瘤的机制不同有关。

3.3 选用的 6 种中草药大多营养丰富,故采用不受检品中组氨酸含量干扰的抗突变和致突变同步快速试验法进行抗突变和致突变的研究,结果更可靠。

3.4 肿瘤细胞在分裂增殖过程中,伴随着细胞 DNA 的复制合成,³H-TdR 可以掺入 DNA,通过测定其放射性强度可以反映细胞 DNA 合成情况。该方法灵敏度较高,故可用来进行抗肿瘤活性的研究。仙鹤草、山楂、香菇抑制肿瘤细胞 DNA 合成复制可能是它们抗肿瘤的机制之一。

3.5 一般认为,中草药抗癌是多种组分共同作用的结果,而一些来源于中药的多糖提取物有抗肿瘤活性⁴,可食性中草药除含有多糖成分外,还含有丰富的维生素 C、黄酮类化合物等具有抗癌作用的成分⁵,故这些中草药抗突变抗癌可能是多种成分共同作用的结果。

文章编号:1004-616X(2002)02-0098-03

·论著·

碳酸锂对抗放化疗肿瘤患者遗传及氧化损伤作用的研究

罗鹏¹, 张爱华¹, 李军¹, 岑笃才², 任渝江², 张碧霞², 汪希兰¹, 黄晓欣²

(1. 贵阳医学院预防医学系卫生毒理教研室, 贵州 贵阳 550004; 2. 解放军第44医院肿瘤科, 贵州 贵阳 550009)

【摘要】目的:探讨碳酸锂(Li₂CO₃)对放化疗肿瘤患者有无抗遗传及抗氧化损伤作用。**方法:**给予临床放化疗肿瘤患者Li₂CO₃联合用药治疗,采用单细胞凝胶电泳试验、外周血淋巴细胞微核试验及生化试验方法测定DNA损伤、微核率(MNF)、超氧化物歧化酶(SOD)和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活力、巯基(-SH)和丙二醛(MDA)含量。**结果:**随Li₂CO₃疗程及剂量的增加,联合用药组与单纯放化疗组相比DNA断裂分级、慧星尾长、MNF显著降低($P < 0.05$);SOD、GSH-Px活力、-SH含量、WBC总数显著增高($P < 0.01$)。**结论:**Li₂CO₃可降低肿瘤患者遗传损伤程度,提高其抗氧化酶活性,降低抗癌药物的骨髓抑制作用。

【关键词】碳酸锂;肿瘤患者;淋巴细胞;遗传损伤;氧化损伤;

中图分类号:R73-36 文献标识码:A

INHIBITORY EFFECT OF LITHIUM CARBONATE ON GENETIC AND OXIDATIVE DAMAGE IN CANCER PATIENTS WITH RADIOTHERAPY AND CHEMOTHERAPY

LUO Peng¹, ZHANG Ai-hua¹, LI Jun¹, QING Du-cai², REN Yu-jiang¹, ZHANG Bi-xia², WANG Xi-lan¹, HUANG Xiao-xing²

(1. Dept. of Preventive Medicine, Guiyang Medical College, Guiyang 550004, China; 2. 44th Hospital of PLA, Guiyang 550009, China)

【Abstract】 Purpose: To observe the inhibitory effect of lithium carbonate (Li₂CO₃) on genetic and oxidative damage in cancer patients. **Methods:** The single cell gel electrophoresis assay (SCGE), micronucleus test were used to measure DNA and chromosomal damage. At the same time, SOD, GSH-Px, and -SH and MDA were detected by biochemical tests. **Results:** The genetic damage of peripheral blood cells in cancer patients was relieved gradually with Li₂CO₃ treatment, and the activity and content of the anti-oxidative material and WBC number increased significantly. **Conclusion:** Li₂CO₃ can inhibit genetic damage, increase the ability of anti-oxidation and relieve the myelogenous inhibition.

参考文献:

- Zhao Ze-zhen, Wen Deng-gui, Wei Li-zhen. A study on method for the antimutagenic and mutagenic high-speed synchronous test A. The 10th Asia Pacific Cancer Conference C. Bei jing: International Academic Publishers, 1991, 332.
- Zhao Ze-zhen, Wang Yu-qin, Wei Li-zhen. Survey on mutagenicity of SO₂ airborne suspended particles in Shi-jia-zhuang City C. 95 Shanghai International Epidemiological Association Congress, Shanghai, China, 1995, 11(8-10):371.
- Shan BE, Zeki K, Sugiura T, et al. Chinese medicinal herb, acanthopanax gracilistylus, extract induces cell cycle arrest of human cells *in vitro* J. *Jpn J Cancer Res*, 2000, 91:383~389.
- Takashi MA. Development of antitumor polysaccharides from mushroom fungi J. *Food Ingredients J*, 1996, 167:69.
- Anderson D, Basaran N, Blowers SD. The effect of antioxidants on bleomycin treatment *in vitro* and *in vivo* genotoxicity assays J. *Mutat Res*, 1995, 329(1):37~39.

收稿日期:2001-04-23; 修订日期:2001-10-22

基金项目:贵州省自然科学基金(G95-6)

作者简介:罗鹏(1969-)男,湖南长沙人,医学学士,讲师,研究方向为卫生毒理学