

# 苦白蹄乙醇提取物体外抗肿瘤活性研究

朱欣婷<sup>1</sup>, 刘云<sup>2,\*</sup>, 胡姗姗<sup>3</sup>, 李常春<sup>3</sup>

(1. 遵义医学院基础医学院, 贵州遵义 563003;

2. 遵义医学院医学与生物学研究中心, 贵州遵义 563003;

3. 遵义医学院药学院, 贵州遵义 563003)

**摘要:**探讨苦白蹄乙醇提取物在体外的抗肿瘤活性。采用磺酰罗丹明染色法(SRB法)考察苦白蹄乙醇提取物对人肝癌细胞 BEL-7404、人肺腺癌细胞 H-1299、人胃腺癌细胞 SGC-7901 3 种人恶性肿瘤细胞的体外抗肿瘤活性。结果显示,苦白蹄乙醇提取物对 BEL-7404、SGC-7901 两株肿瘤细胞具有比较明显的抑制效果,其半数抑制浓度(IC<sub>50</sub>)分别为 73.5、80 μg · mL<sup>-1</sup>,且抑制率随药物浓度的升高而增大,呈剂量效应关系,但对 H-1299 的抑制率相对较低。细胞周期实验显示,BEL-7404 细胞在苦白蹄乙醇提取物的作用下,G<sub>2</sub>/M 期的细胞比例呈下降趋势,S 期细胞比例增大,细胞周期阻滞于 S 期。苦白蹄乙醇提取物具有比较明显的体外抗肿瘤活性。

**关键词:**苦白蹄,抗肿瘤,磺酰罗丹明染色法,细胞周期

## Anti-tumor effect of ethanol extracts from *Fomitopsis officinalis*(Vill.:Fr.) Bond. in vitro

ZHU Xin-ting<sup>1</sup>, LIU Yun<sup>2,\*</sup>, HU Shan-shan<sup>3</sup>, LI Chang-chun<sup>3</sup>

(1. Basic Medical College, Zunyi Medical College, Zunyi 563003, China;

2. Medical and Biological Research Center, Zunyi Medical College, Zunyi 563003, China;

3. College of Pharmacy, Zunyi Medical College, Zunyi 563003, China)

**Abstract:** The anti-tumor effect of ethanol extracts from *Fomitopsis officinalis* (Vill.:Fr.) Bond. on various human tumor cell lines in vitro was evaluated. The sulforhodamine B (SRB) assay was employed to evaluate the anti-tumor effect of ethanol extracts from *Fomitopsis officinalis* (Vill.:Fr.) Bond. on BEL-7404, H-1299 and SGC-7901 cells in vitro. The results showed that ethanol extracts displayed obvious inhibitory effect on the proliferation of BEL-7404 and SGC-7901 in a dose-dependent manner, while their inhibitory effect on H-1299 was not evident. The IC<sub>50</sub> value of BEL-7404 and SGC-7901 were 73.5 μg · mL<sup>-1</sup> and 80 μg · mL<sup>-1</sup> respectively. The cell cycle of BEL-7404 treated by ethanol extracts changed. The ratio of cultured cell declined in G<sub>2</sub>/M phase, while the cell in S phase increased. The cell cycle arrested in S phase. Ethanol extracts from *Fomitopsis officinalis* (Vill.:Fr.) Bond. had relatively obvious anti-tumor effect in vitro.

**Key words:** *Fomitopsis officinalis* (Vill.:Fr.) Bond.; anti-tumor; sulforhodamine B colorimetric assay; cell cycle

中图分类号: TS201.2

文献标识码: A

文章编号: 1002-0306(2012)15-0071-04

苦白蹄 (*Fomitopsis officinalis* (Vill.:Fr.) Bond.), 又名阿里红、落叶松茸、药用层孔菌,为多孔菌科真菌药用拟层孔菌的子实体。它具有止咳平喘,祛风除湿,消肿止疼,利尿,解蛇毒等作用<sup>[1]</sup>,在我国河北、山西、云南、四川、吉林、黑龙江、内蒙古、甘肃、新疆、福建等地均有分布<sup>[2]</sup>。国外文献报道苦白蹄具有抗炎的作用<sup>[3]</sup>,在俄罗斯及其它斯拉夫语地区的欧洲国家常被用于治疗肠胃疾病、癌症、支气管哮喘、盗汗等疾病<sup>[4]</sup>。国内对苦白蹄的药理活性研究主要集中

在其多糖和水提物,资料显示苦白蹄多糖具有抗肿瘤<sup>[5]</sup>、增强免疫力<sup>[6-7]</sup>、清除氧自由基<sup>[8]</sup>的作用,水提物能增加小鼠的抗应激能力,延长抗疲劳和耐缺氧时间,具有很好的补益作用<sup>[9]</sup>。而苦白蹄乙醇提取物(以下简称 EEF)的活性研究鲜有报道。本工作拟采用磺酰罗丹明染色法(SRB法)和流式细胞术对 EEF 抗肿瘤活性进行研究,为苦白蹄资源的研究开发提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料与仪器

人肝癌细胞 BEL-7404、人肺腺癌细胞 H-1299、人胃腺癌细胞 SGC-7901 由遵义医学院医学与生物学研究中心提供;苦白蹄 采自吉林省敦化市,60℃烘干、粉碎、过 60 目筛;RPMI-1640 培养基、胎牛血清 美国 Hyclone 公司;DMSO、胰蛋白酶、

收稿日期:2011-12-20 \* 通讯联系人

作者简介:朱欣婷(1980-),女,硕士,讲师,研究方向:生物活性成分的分离纯化。

基金项目:贵州省科技厅社会发展攻关项目(黔科合 SY 字[2011]3031)。

表1 EEF对3种肿瘤细胞增殖的影响( $\bar{x} \pm s, n=5$ )Table 1 Effect of EEF on the proliferation of 3 kinds of tumour cells( $\bar{x} \pm s, n=5$ )

组别	EEF 浓度 ( $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	BEL-7404		H-1299		SGC-7901	
		OD 值	抑制率(%)	OD 值	抑制率(%)	OD 值	抑制率(%)
实验组	10	1.76 ± 0.03 *	17.67	1.40 ± 0.05 *	9.84	1.57 ± 0.05 *	7.20
	20	1.70 ± 0.05 *	21.77	1.39 ± 0.04 *	11.64	1.54 ± 0.04 *	9.92
	40	1.58 ± 0.07 *	25.70	1.36 ± 0.02 *	13.12	1.40 ± 0.06 *	20.66
	60	1.36 ± 0.05 *	42.37	1.32 ± 0.03 *	16.70	1.34 ± 0.05 *	28.10
	80	1.19 ± 0.11 *	52.88	1.23 ± 0.05 *	23.77	1.04 ± 0.03 *	50.42
	100	0.96 ± 0.10 *	67.08	1.09 ± 0.04 *	35.25	0.95 ± 0.03 *	57.84
阴性对照组	-	2.05 ± 0.03	-	1.52 ± 0.05	-	1.64 ± 0.01	-
对照板( $T_0$ )	-	0.43 ± 0.01	-	0.30 ± 0.02	-	0.44 ± 0.02	-
溶剂对照组	-	1.87 ± 0.06 *	10.88	1.37 ± 0.04 *	12.30	1.50 ± 0.03 *	12.40
阳性对照组(顺铂)	12.50	0.95 ± 0.06 *	67.70	0.89 ± 0.02 *	52.64	0.55 ± 0.02 *	90.91

注:“-”表示无,“\*”表示与阴性对照组比较, $p < 0.05$ 。

EDTA、Tris 美国 Amresco 公司;磺酰罗丹明 美国 Sigma 公司;顺铂 德州德药制药有限公司;GenMed 细胞周期流式细胞分析试剂盒 上海杰美基因医药有限公司;其余试剂 均为国产分析纯。

R-210 型旋转蒸发仪 瑞士 Buchi 公司;702 型超低温冰箱、3131 型  $\text{CO}_2$  培养箱、全波长酶标仪 美国 Thermo 公司;Ti-S 倒置相差显微镜 日本 Nikon 公司;超纯水制备系统 美国 Millipore 公司;FACS Calibur 流式细胞仪 美国 BD 公司。

## 1.2 实验方法

1.2.1 EEF 的制备 称取苦白蹄粉 100g,加 10 倍量(料液比)的 95% 乙醇,回流提取两次,每次 3h。合并提取液抽滤两次,减压浓缩至 1/10 体积,4℃ 保存,备用。

1.2.2 细胞的培养 细胞株 BEL-7404、H-1299、SGC-7901,均采用 RPMI-1640 培养基(含 10% 胎牛血清),37℃、5%  $\text{CO}_2$  培养。待细胞长至对数生长期,弃去培养液,PBS 冲洗,0.25% 胰蛋白酶消化,加培养液吹打均匀成单细胞悬液,按照 100 $\mu\text{L}$  细胞悬液(8000 个细胞,其中 BEL-7404 为 10000 个细胞)接种于 96 孔培养板,于  $\text{CO}_2$  培养箱中培养。

1.2.3 磺酰罗丹明(sulforhodamine B,SRB)染色法<sup>[10]</sup>

接种细胞时,每种细胞平行接种两块 96 孔板,一块为对照板( $T_0$ ),另一块为实验板。 $\text{CO}_2$  培养箱中培养 20h 后,将对照板( $T_0$ )取出,用预冷的 50% 三氯乙酸(TCA)固定,待测。实验板中加入 EEF(终浓度分别为 10、20、40、60、80、100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ ),并设阴性对照组(C),实验组(T),阳性对照组(为 12.5 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  顺铂),溶剂对照组。每组设 5 个复孔,继续培养 48h 后取出培养板,以预冷 50% TCA 固定(终浓度为 10%),1h(4℃)后以去离子水冲洗,自然晾干,用 100 $\mu\text{L}$  0.4% 的 SRB 染色,10min 后用 0.1% 醋酸冲洗、晾干,最后用 200 $\mu\text{L}$  10mmol $\cdot\text{L}^{-1}$  的缓冲 Tris 碱液(pH 10.5)溶解,在酶标仪上选择 530nm 处测吸光度值(OD 值),按照下列公式计算生长抑制率。

肿瘤细胞生长抑制率(%)

$$= \left[ 1 - \frac{\text{OD}(T) - \text{OD}(T_0)}{\text{OD}(C) - \text{OD}(T_0)} \right] \times 100$$

1.2.4 不同浓度 EEF 对细胞形态的影响 浓度分别

为 10、20、40、60、80、100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  EEF 分别作用三种细胞 48h 后,倒置显微镜观察细胞的生长及形态变化。

1.2.5 流式细胞术检测细胞周期 选取  $\text{IC}_{50}$  最小的细胞株作为研究对象,取该细胞悬液 2mL 置 25 $\text{cm}^2$  培养瓶,放入细胞培养箱中培养 20h,加入 EEF,使其终浓度分别为 1/2  $\text{IC}_{50}$ 、 $\text{IC}_{50}$ ,继续培养 48h。随后收集细胞并离心,按 GenMed 细胞周期流式细胞分析试剂盒说明书操作。加入 1mL 预冷的 GenMed 清理液,离心,弃上清液。加入 1mL 预冷的 GenMed 固着液,混匀。放入 4℃ 冰箱孵育 16h,离心,弃上清液。加入 500 $\mu\text{L}$  GenMed 染色工作液,混匀,37℃ 避光孵育 45min,放入 4℃ 冰箱待测。检测前移入细胞流式仪专用测试管,流式细胞仪检测细胞周期。

1.2.6 统计学方法 采用 SPSS16.0 统计软件,结果以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用单因素方差分析, $p < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果与分析

### 2.1 EEF 对 3 种肿瘤细胞增殖的影响

EEF 对 3 种肿瘤细胞增殖的抑制作用见表 1。从表 1 可知,当 EEF 浓度为 10 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时对 BEL-7404 细胞表现出比较明显的抑制作用,且 EEF 对其生长抑制作用在 10~100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  的浓度范围内与剂量呈正相关。以 EEF 浓度为横坐标,抑制率为纵坐标作回归曲线,得方程  $y = 0.5537x + 9.306$  ( $R^2 = 0.9742$ ),经计算得半数抑制浓度( $\text{IC}_{50}$ )为 73.5 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。当 EEF 浓度达到 100 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时对 H-1299 抑制率只有 35.25%,说明 EEF 对 H-1299 细胞增殖的抑制作用不明显。当 EEF 浓度达到 40 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时,对 SGC-7901 细胞增殖表现出明显的抑制作用,同时实验结果也显示其半数抑制浓度( $\text{IC}_{50}$ )为 80 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。

### 2.2 不同浓度 EEF 对人肝癌细胞 BEL-7404 细胞形态的影响

图 1 为 EEF 对 BEL-7404 细胞株作用 48h 后的观察结果。从图 1 中可以看出,当 EEF 浓度为 10 和 20 $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时,细胞数目略减少,大多数细胞仍然存活,未见细胞数量的明显变化。当 EEF 浓度为 40

表2 EEF 对人肝癌细胞 BEL-7404 细胞周期的影响( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

Table 2 Effect of EEF on the cell cycle of BEL-7404( $\bar{x} \pm s, n=3$ )

组别	药物浓度( $\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )	G <sub>0</sub> /G <sub>1</sub> (%)	S(%)	G <sub>2</sub> /M(%)
空白对照组	0	65.57 ± 4.45	25.63 ± 2.69	8.80 ± 1.77
实验组	36.75	65.46 ± 2.20	31.06 ± 2.20*	3.44 ± 0.23
	73.50	65.04 ± 2.08	30.74 ± 2.02	4.22 ± 0.35

注：“\*”表示与空白对照组比较,  $p < 0.05$ 。

和  $60\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时, 细胞数量明显减少, 部分细胞死亡, 仍有一部分细胞存活, 其中一部分贴壁生长状态差。当 EEF 浓度为 80 和  $100\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时, 大部分细胞出现凋亡或坏死, 仅剩余极少数细胞, 并且这些细胞贴壁较差, 形态不规则或变为圆形, 有的已经固缩。与阳性组相比较, EEF 浓度为 80、 $100\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$  时, 镜下细胞生长状况与阳性对照组相似。此外, 不同浓度的 EEF 作用于其余两株细胞后, 也同样出现随着提取物浓度的增加, 细胞数量减少, 细胞贴壁差或不能贴壁生长等现象, 但 H-1299 细胞数量减少和贴壁差的程度不及 BEL-7404 和 SGC-7901 明显。

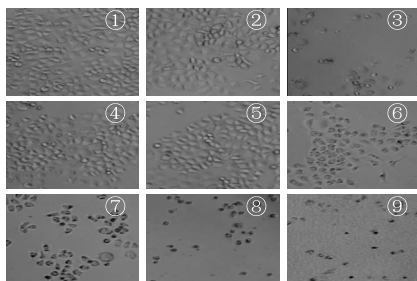


图1 EEF 对人肝癌细胞 BEL-7404 细胞形态的影响( $\times 100$ )

Fig.1 Effect of EEF on the cellular morphology of BEL-7404( $\times 100$ )

注:①-阴性对照组;②-溶剂组;③-阳性对照组(顺铂);  
④-药物组( $10\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ );⑤-药物组( $20\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ );  
⑥-药物组( $40\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ );⑦-药物组( $60\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ );  
⑧-药物组( $80\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ );⑨-药物组( $100\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )。

### 2.3 EEF 对人肝癌细胞 BEL-7404 细胞周期的影响

EEF 处理 BEL-7404 细胞 48h 后对细胞周期有较大的影响。由表 2 和图 2 结果可知, 与空白对照组比较, G<sub>0</sub>/G<sub>1</sub> 期的细胞比例基本保持稳定; G<sub>2</sub>/M 期的细胞比例呈下降趋势, 从空白对照组的 8.80%, 降至  $1/2 \text{ IC}_{50}$  浓度时的 3.44%, 降幅达 60.9%; S 期细胞从空白对照组的 25.63%, 增至  $1/2 \text{ IC}_{50}$  浓度时的 31.06%, 增幅达 21.19%。实验结果表明 EEF 处理 BEL-7404 细胞能使 G<sub>2</sub>/M 期的细胞减少, S 期细胞增大, 细胞出现 S 期阻滞。

### 3 结论与讨论

本文研究了 EEF 的体外抗肿瘤活性。结果表明, EEF 对 BEL-7404、H-1299 和 SGC-7901 细胞均具有抑制生长的作用。其中, 对 H-1299 的抑制作用较弱, 对 BEL-7404 的抑制作用较强, 说明 EEF 对肿瘤细胞的抑制具有一定的选择性。形态学观察表明 EEF 对 BEL-7404 细胞的增殖具有明显抑制作用。

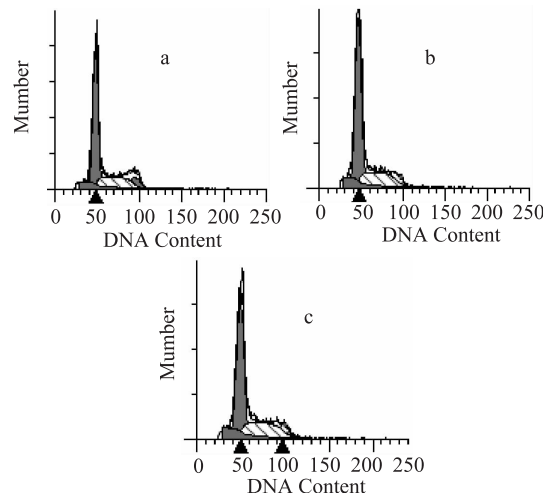


图2 EEF 对 BEL-7404 细胞 DNA 含量的影响  
Fig.2 Effect of EEF on the DNA content of BEL-7404

注:a-空白对照组;b-实验组( $36.75\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ );  
c-实验组( $73.50\mu\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ )。

抑制肿瘤增殖的机制主要有两种:一种是促进其凋亡,另一种是通过干预细胞周期而抑制生长。在细胞周期中, G<sub>1</sub> 期、S 期和 G<sub>2</sub> 期之间存在着影响细胞周期的调控点, 有些药物能通过影响这些调控点来干预细胞增殖。本实验流式细胞术检测细胞周期发现, 未处理的 BEL-7404 细胞增殖情况良好, EEF 作用于 BEL-7404 细胞后出现了 S 期阻滞, 提示细胞进入 S 期后, EEF 可能影响了细胞周期的某些调控点, 干扰细胞从 S 期正常进入 G<sub>2</sub> 期, 从而抑制细胞增殖。

研究中测定细胞增殖时采用了 SRB 法, 该法是美国国立癌症研究所(National Cancer Institute, NCI)筛选抗癌药物的一种新方法<sup>[11]</sup>。SRB 法是利用蛋白质染色原理, 避开了某些肿瘤细胞还原酶活力低下, 难以采用四甲基偶氮唑盐(methyl thiazolyl tetrazolium, MTT)比色法这一难题, 且能克服 MTT 法成色反应的时间依赖性, SRB 测定结果几乎不随时间而变<sup>[12-13]</sup>, 不失为一种筛选抗癌药物的好方法。

本实验结果显示苦白蹄乙醇提取物在体外具有良好的抗肿瘤活性, 该结果丰富了苦白蹄药理活性的内容, 并为开发利用这一药用真菌资源, 寻找新的天然药物的有效部位或成分提供了理论依据。

### 参考文献

[1] 中华本草编委会. 中华本草(第一卷)[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1999: 531-532.  
[2] Andrzej C, Viktor A M, Nadezhda U. *Fomitopsis officinalis* on (下转第 78 页)

劣变程度的指标。

表7 210℃下  $S_{21}/S_{22}$  和 O/P 的变化趋势

Table 7 The trends of  $S_{21}/S_{22}$  and O/P at 210℃

时间(h)	$S_{21}/S_{22}$	O/P
0	3.844	0.91
2	77.78	0.88
4	79.33	0.92
6	79.83	0.22
8	82.52	0.86
10	99.98	0.87

### 3 结论

在 150、180、210℃ 不同时间下,介电常数可以快速有效地对煎炸棕榈油进行品质分析。弛豫时间  $T_{21}$ 、 $T_{22}$  可以用来辨别棕榈油是否经过高温煎炸处理。在 150、180℃ 下,弛豫峰面积比例(S)之比  $S_{21}/S_{22}$  与对应的油酸和棕榈酸比值(O/P)在不同时间下的变化趋势相似呈显著正相关性,分别为: $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ ;但在 210℃ 下, $S_{21}/S_{22}$  与 O/P 变化规律相差较大且无相关性。因此,在 150℃ 和 180℃ 下,弛豫图谱中的组分分布  $S_{21}/S_{22}$  可以用于煎炸棕榈油品质分析,而在 210℃ 下, $S_{21}/S_{22}$  则无法有效用于监测煎炸棕榈油的劣变程度。

#### 参考文献

- [1] 石永峰. 棕榈油在煎炸过程中的劣变及对生物机体的影响[J]. 西部粮油科技, 1999, 24(5): 48-50.
- [2] 陈锋亮, 魏益民, 钟耕. 大豆油高温煎炸质变过程的研究[J]. 中国油脂, 2006, 31(8): 19-22.
- [3] Inoue C, Hagure Y, ishikawa M, et al. The dielectric property of soybean oil in deep-fat frying and the effect of frequency[J]. Journal of Food Science, 2002, 67(3): 1126-1129.
- [4] 李阳, 钟海雁, 李晓燕. 煎炸用油品质变化及测定方法研究进展[J]. 食品与机械, 2008, 24(6): 148-151.

[5] 陈慰宗, 宋应谦, 忽满利. 食用油介电常数随加热时间和温度变化的实验[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2000, 30(4): 300-301.

[6] Hu Lizhi, Toyoda K, Ihara I. Dielectric properties of edible oils and fatty acids as a function of frequency, temperature, moisture and composition [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 88: 151-158.

[7] 邵小龙, 朱将伟, 李云飞. 批量甜玉米低场核磁共振数据的统计分析[J]. 上海交通大学学报, 2011, 45(1): 144-148.

[8] 李然, 李振川, 陈珊珊, 等. 应用低场核磁共振研究绿豆浸泡过程[J]. 食品科学, 2009, 30(15): 137-141.

[9] Guo Wenchuan, Liu Yi, Zhu Xinhua, et al. Dielectric properties of honey adulterated with sucrose syrup[J]. Journal of Food Engineering, 2011, 107: 1-7.

[10] 周凝, 刘宝林, 王欣, 等. 米糠毛油掺伪食用植物油的低场核磁共振检测[J]. 食品与发酵工业, 2011, 37(8): 177-181.

[11] Suleiman AE - RM, El - Makhzangy A, Ramadan M F. Antiradical performance and physicochemical characteristics of vegetable oils upon frying of French fries: a preliminary comparative study[J]. J Food lipids, 13(3): 259-276.

[12] Nick Kalogeropoulos, Fotini N Salta, Antonia Chiou, et al. Formation and distribution of oxidized fatty acids during deep- and pan-frying of potatoes[J]. Eur J Lipid Sci Technol, 2007, 109: 1111-1123.

[13] Geeta Bansal, Weibiao Zhou, Philip J Barlow, et al. Performance of palm olein in repeated deep frying and controlled heating processes[J]. Food Chemistry, 2010, 121: 338-347.

[14] Elham Tabea, Margaretha Ja gerstad, Paresh C Dutta. Frying quality characteristics of french fries prepared in refined olive oil and palm olein[J]. J Am Oil Chem Soc, 2009, 86: 885-893.

[15] 吴雅茹. 五种天然抗氧化剂对大豆油氧化的影响[D]. 北京: 中国农业大学, 2006.

(上接第 73 页)

siberian larch in the urals[J]. Mycologist, 2003, 17(3): 116-120.

[3] Paul stamets. Antipox properties of *Fomitopsis officinalis* (Vill.: Fr.) Bond. et singer (Agarikon) from the pacific northwest of north America[J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2005, 7(3): 495-506.

[4] Solomon P Wasser. A book review: The fungal pharmacy: Medicinal mushrooms of western Canada[J]. International Journal of Medicinal Mushrooms, 2008, 10(1): 97-100.

[5] 郭淑英, 冯波, 孙雪松, 等. 阿里红多糖的提取工艺研究及抗肿瘤作用初探[J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(9): 2191-2192.

[6] 丛媛媛, 阿地力·阿不力孜, 帕丽达·阿不力孜, 等. 维药阿里红多糖的提取及免疫活性研究[J]. 中国现代应用药学, 2010, 27(7): 569-571.

[7] 邹利娅·伊明, 帕丽达·阿不力孜, 白丽, 等. 阿里红多糖对小鼠免疫功能的影响[J]. 新疆医科大学学报, 2003, 26(6): 563-565.

[8] 依巴代提·托乎提, 玛依努尔·吐尔逊, 苏巴提·吐尔地, 等. 阿里红多糖对氧自由基的清除作用[J]. 新疆医科大学学报, 2006, 29(1): 15-17.

[9] 王颖, 吕巡贤, 余佳林, 等. 新疆药用层孔菌补益作用的研究[J]. 新疆农业大学学报, 2002, 25(1): 40-41.

[10] Vanicha Vinchai, Kanyawin Kirtikara. Sulforhodamine B colorimetric assay for cytotoxicity screening[J]. Nature Protocols, 2006, 1(3): 1112-1116.

[11] Skehan P, Storeng R, Scudiero D, et al. New colorimetric cytotoxicity assay for anticancer - drug screening [J]. J of Nat Cancer Ins, 1990, 82(13): 1107-1112.

[12] 刘思思, 鲁大鹏. SRB 法检测  $As_2O_3$  对 KB 细胞和 Tca8113 细胞毒性的研究[J]. 口腔颌面外科杂志, 2010, 20(1): 13-15.

[13] 周思朗, 屈艳妮, 张健, 等. SRB 法与 MTT 法细胞计数应用比较[J]. 中国现代医学杂志, 2005, 15(17): 2615-2617.