

淡竹叶多糖的抗衰老作用研究

黄赛金¹, 尹爱武², 龚灯², 李探芳²

(1. 湖南工程学院化工学院, 湖南湘潭 411104) (2. 湖南科技学院生化系, 湖南永州 425199)

摘要: 通过 D-半乳糖建立小鼠亚急性衰老模型, 探讨淡竹叶多糖 (DZY) 的抗衰老作用。昆明种小鼠随机分为空白、模型、DZY 高、中、低剂量组 (100、200、400 mg/kg)。6 周后, 经 Morris 水迷宫和小鼠跳台试验测试小鼠的学习记忆能力; 检测血清、肝、脑组织中超氧化物歧化酶 (SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 活性及丙二醛 (MDA) 含量, 胸腺、脾脏指数, 脑神经元数。结果显示, DZY 的抗衰老作用与给药剂量呈正相关关系。与模型组相比高剂量组小鼠的脾脏、胸腺指数、神经元数显著增加 (分别为 22.18%、46.28%、25.60%), 血清、肝和脑组织中 SOD 活力 (分别为 34.27%、29.69%、41.63%)、GSH-Px 活力 (分别为 23.18%、42.88%、45.80%) 显著增加, MDA 含量显著下降 (分别为 19.81%、56.50%、13.31%), 小鼠跳台学习反应时间缩短 40.21%、错误次数减少 39.57%, 记忆潜伏期延长 51.58%、错误次数减少 38.26%, 水迷宫潜伏期缩短 39.27%、穿越次数增加 63.61% ($P < 0.01$)。淡竹叶多糖有显著的抗衰老作用。

关键词: 淡竹叶; 抗衰老; 谷胱甘肽过氧化物酶; 超氧化物歧化酶; 丙二醛; 多糖

文章编号: 1673-9078(2015)11-51-55

DOI: 10.13982/j.mfst.1673-9078.2015.11.009

Anti-aging Effects of Polysaccharides from *Lophatherum gracile* Brongn.

HUANG Sai-jin¹, YIN Ai-wu², GONG Deng², LI Tan-fang²

(1. Department of Chemistry Engineering, Hunan Institute of Engineering, Xiangtan 411104, China) (2. Department of Life Science and Chemistry, Hunan University of Science and Engineering, Yongzhou 425199, China)

Abstract: The aim was to study the anti-aging effects of polysaccharides from *Lophatherum gracile* Brongn. (DZY) using a mouse model of subacute aging induced by D-galactose. Kunming mice were randomly divided into a blank control group, an aging model group, and a low-, medium-, and high-dose DZY group (100, 200, 400 mg/kg, respectively). After 6 weeks, the learning and memory abilities of the mice were measured using Morris water-maze and step-down tests. The activities of superoxide dismutase (SOD) and glutathione peroxidase (GSH-Px), and the contents of malondialdehyde (MDA) in the serum, liver tissue, and brain tissue were assayed. Thymus and spleen indices and the number of neurons were also determined. The anti-aging effects of DZY positively correlated with increased dosages. Compared with the model group, the high-dosage group showed a significantly higher spleen index, thymus index, and number of neurons (increase of 22.18%, 46.28%, and 25.60%, respectively). In the serum, liver tissue, and brain tissue, there were also significant increases in the activities of SOD (by 34.27%, 29.69%, and 41.63%, respectively) and GSH-Px (by 23.18%, 42.88%, and 45.80%, respectively). However, the contents of MDA significantly decreased (by 19.81%, 56.50%, and 13.31%, respectively). In the step-down test, the learning reaction time decreased by 40.21% and the number of errors decreased by 39.57%. Memory latency increased by 51.58%, while the number of memory errors decreased by 38.26%. The escape latency decreased by 39.27% in the Morris water-maze test, while the number of platform crossings increased by 63.61% ($p < 0.01$). These results indicated that the polysaccharides from *Lophatherum gracile* Brongn. had a significant anti-aging effect.

Key words: anti-aging; glutathione peroxidase; malondialdehyde; polysaccharide; *Lophatherum gracile* Brongn.; superoxide dismutase

随着人类寿命的延长, 人口老龄化问题日益加剧, 抗衰老问题现已成为医学领域中最为关注的焦点问题之一。天然植物资源以成为发现与提取抗衰老活性成份的宝库。

淡竹叶为禾本科植物淡竹叶 (*Lophatherum gracile*

Brongn.) 的茎叶, 是一种药食同源的中药, 广泛分布于我国长江以南地区。中医理论认为淡竹叶味甘、性寒, 具有利尿、清心除烦的功效。现代研究表明其有抗肿瘤、抗菌、利尿、体外抗氧化等药理作用。其化学成分主要为多糖、多酚和黄酮^[1,2]等。多糖是存在于动植物中的天然大分子物质, 是生命有机体的重要组成部分, 与生命体的多种生理功能有关^[3]。大量研究发现, 多糖具有抗衰老、抗肿瘤、抗病毒、抗辐射、增强机体免疫等多种生物学活性^[4-7]。其通过增强超氧化

收稿日期: 2015-01-06

基金项目: 湖南省重点学科建设项目资助 (2011-76); 湖南省高校科技创新团队支持计划资助 (2012-318)

作者简介: 黄赛金 (1982-), 女, 讲师, 研究方向为天然资源的开发与利用

物歧化酶活力, 延缓端粒缩短速度, 提高谷胱甘肽过氧化物酶的活性、降低丙二醛的含量以及调节免疫来发挥抗衰老作用^[8~11]。

抗氧化反应是抗衰老作用的重要机制之一。SOD是体内的一种金属酶, 其与防御生命体内的氧化毒作用密切相关, 它在机体抗衰老、抗辐射、抗炎症和抗肿瘤等方面有着重要作用, 成为衡量机体抗衰老能力的重要生物学指标。GSH-Px是生命体内一种重要的催化过氧化氢分解的酶, 能清除过氧化物, 从而保护细胞免于氧化损伤。因此其活性能反映机体的抗氧化能力。MDA是脂质过氧化反应的最终代谢产物, 其含量可以反映机体内脂质的氧化水平, 在一定程度上反映机体的衰老进程。

目前未见淡竹叶多糖在生物体内的抗氧化作用研究。本研究以D-半乳糖建立小鼠亚急性衰老模型, 观察淡竹叶多糖(DZY)对小鼠衰老的学习记忆能力, 对血清、肝、脑组织中超氧化物歧化酶(SOD)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性及丙二醛(MDA)含量以及胸腺、脾脏指数, 脑神经元数的影响, 以期探讨淡竹叶多糖的抗衰老作用及可能机制。

1 材料与方法

1.1 材料与试剂

淡竹叶采于湖南永州, 为抽花穗前的叶片, 经湖南中医药高等专科学校田润博士鉴定为禾本科植物淡竹叶 *Lophatherum gracile Brongn.* 的叶片。超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)试剂盒, 南京建成生物工程研究所; D-半乳糖, sigma公司(用生理盐水配成10%的浓度)。

昆明种小白鼠90只, 雌雄各半, 体重19~22g, 购于湖南斯莱克达实验动物有限公司, 动物合格证SCKX(2012-0003)。饲养在温度(22±2℃)、恒湿(55%±5%)的环境中, 标准饲料与自来水随机取食。

氯仿、正丁醇均为分析纯。

1.2 仪器和设备

Sartorius 电子天平; N-1000S-WA旋转蒸发仪, 日本EYELA; KD-2508-III恒温冷冻切片机, 厦门伯力电子科技有限公司; JYD-650L超声波细胞粉碎机, 上海将来实验设备有限公司; SMG-2通道式水迷宫, 中国医学科学院药物研究所; ZH-500型小鼠光电刺激跳台仪, 淮北正华生物仪器设备有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 淡竹叶多糖的提取

淡竹叶加7倍质量的纯净水加热回流提取1.5小时, 过滤, 滤渣用7倍质量的纯净水重复提取一次, 合并滤液。滤液减压浓缩至原体积的1/4。将一定体积的淡竹叶多糖浓缩液置于分液漏斗中, 加入1/3体积的氯仿-正丁醇(4:1)试剂, 充分震荡5min, 静置待溶液分层稳定后弃去蛋白层和有机层, 多糖层继续用氯仿-正丁醇(4:1)试剂重复处理3次。多糖层加4倍体积的95%乙醇, 置于冰箱(4℃)中过夜, 过滤, 沉淀用丙酮、无水乙醇各洗涤3次, 低温干燥得淡竹叶多糖。

1.3.2 动物分组与给药

90只昆明种小鼠适应性喂养1周后随机分为空白组、模型组及淡竹叶多糖高、中、低剂量组。空白组小鼠每天颈背皮下注射0.5mL生理盐水, 其余各组每日注射0.5mL 5% D-半乳糖溶液。淡竹叶多糖高、中、低剂量组每日灌胃给予淡竹叶多糖, 给药量分别为400、200、100mg/kg, 空白组和模型组每天灌胃等量生理盐水, 连续给药6周。

1.3.3 小鼠跳台和 Morris 水迷宫试验

末次给药后各组小鼠进行跳台实验。将小鼠置于跳台仪中, 适应环境5min, 然后通以36V电压。记录小鼠受到电击后跳上跳台的反应时间和5min内受电击的次数, 以此作为学习成绩。24h后将小鼠直接置于跳台上, 记录其第1次跳下跳台的潜伏时间和3min内受电击的次数, 以此作为记忆成绩。

迷宫水池高0.5m, 直径1.2m, 站台直径10cm, 水温控制在21~22℃, 其内部被分为4个大小相等的象限。试验在隔音安静的房间内进行, 正式测试前, 每天训练2次, 每次训练2min, 共训练6次。每次从不同点将试验小鼠放入水迷宫中, 若2min尚未找到站台。将小鼠拿至站台上并使其在站台停留20s。第4天随机选取一下水点测试小鼠寻找到平台的潜伏期。10min后移去平台, 将小鼠面向池壁轻轻放入水中, 观察其120s内穿越原平台位置的次数。

1.3.4 生化指标及脾脏、胸腺指数的测定

小鼠行为学试验结束后, 称取小鼠体重, 眼眶后静脉丛取血, 分离血清。迅速摘取小鼠脑和肝脏, 用冰冷生理盐水清洗干净, 除去皮下脂肪和结缔组织, 滤纸吸干后称取质量。将小鼠脑、肝脏剪碎后分别倒入超声波细胞粉碎机, 加入9倍质量的生理盐水, 制成10%的脑、肝组织匀浆。摘取小鼠脾脏和胸腺, 生理盐水清洗干净, 滤纸吸干后称取质量。计算脾脏和胸腺指数。

1.3.5 小鼠脑神经元数的测定

将小鼠脑组织用干冰迅速冷冻,切片,10%甲醛溶液固定,石蜡包埋,切片,HE染色,每张切片随机选取10个视野,在常规透射电镜下观察脑神经元数。

1.3.6 数据处理

所有数据以均数±标准差(x±s)表示,用SPSS 16.0软件统计分析,组间差异用t检验,P<0.05为有显著性差异,P<0.01为有极显著性差异。

2 结果与讨论

2.1 淡竹叶多糖对衰老小鼠跳台、水迷宫试验的影响

淡竹叶多糖对小鼠学习和记忆能力的影响见表1。与模型组相比空白组、淡竹叶多糖中、高剂量组小鼠跳台学习反应时间显著缩短、记忆的潜伏期显著延长;跳台学习和记忆错误次数显著减少,而水迷宫试验潜伏期显著延长,穿越次数显著增加(P<0.01, P<0.05)。淡竹叶多糖中、高剂量组之间小鼠跳台学习反应时间、记忆的潜伏期、学习和记忆错误次数、水迷宫试验潜伏期和穿越次数亦有显著差异(P<0.01, P<0.05)。与模型组相比高剂量组小鼠跳台学习反应时间缩短40.21%、错误次数减少39.57%,记忆潜伏期延长51.58%、错误次数减少38.26%,水迷宫潜伏期缩短39.27%、穿越次数增加63.61%。结果表明,淡竹叶多糖能显著增强小鼠的学习和记忆能力。

表1 小鼠跳台、水迷宫试验结果 (n=18, x±s)

Table 1 Results of the Morris water-maze test and the step-down test

组别	跳台				水迷宫	
	学习		记忆		潜伏期/s	穿越次数
	反应时间/s	错误次数	潜伏期/s	错误次数		
空白组	21.84±4.33 ^a	3.41±1.57 ^a	127.62±38.11 ^a	1.74±0.92 ^a	27.94±2.10 ^a	7.55±1.84 ^a
模型组	50.76±9.34	6.52±2.03	78.36±25.49	3.11±1.56	53.43±4.61	4.04±1.21
高剂量组	30.35±5.63 ^a	3.94±1.50 ^a	118.78±29.53 ^a	1.92±1.33 ^b	32.45±1.86 ^a	6.61±1.52 ^a
中剂量组	44.56±7.51 ^{b,c}	5.13±1.81 ^{b,d}	98.67±27.14 ^{b,d}	2.01±1.42 ^b	42.76±3.07 ^{b,d}	5.22±1.63 ^{b,d}
低剂量组	49.44±8.76	6.31±1.94	76.46±24.15	2.90±1.43	48.59±13.76	3.92±1.31

注:与模型组相比 a, p<0.01; b, p<0.05。与高剂组相比 c, p<0.01; d, p<0.05。

2.2 淡竹叶多糖对血清、肝和脑组织 SOD 活力的影响

表2 血清、肝组织和脑组织 SOD 活力 (n=18, x±s)

Table 2 SOD activity in the serum, liver tissue, and brain tissue

组别	血清/(U/mL)	肝组织/(U/mg)	脑组织/(U/mg)
空白组	274.53±10.71 ^a	351.79±86.17 ^a	206.03±1.89 ^a
模型组	194.48±2.17	254.32±41.09	137.63±3.92
高剂量组	261.13±13.05 ^a	329.84±71.36 ^a	194.92±2.38 ^a
中剂量组	207.59±10.38 ^{a,c}	280.66±50.32 ^{b,d}	146.88±12.87 ^{b,c}
低剂量组	195.50±11.59	255.78±41.53	139.89±3.30

注:与模型组相比 a, p<0.01; b, p<0.05。与高剂组相比 c, p<0.01; d, p<0.05。

淡竹叶多糖对小鼠血清、肝和脑组织中 SOD 活力的影响见表 2。与模型组相比空白组、淡竹叶多糖中、高剂量组血清、肝和脑组织中 SOD 活力显著增强(P<0.01, P<0.05)。淡竹叶多糖中、高剂量组之间血清、肝和脑组织中 SOD 活力亦有显著性差异(P<0.01, P<0.05)。淡竹叶多糖高剂量组血清、肝和

脑组织中 SOD 活力要强于淡竹叶多糖低剂量组。高剂量组血清、肝和脑组织中 SOD 活力与模型组比较分别升高 34.27%、29.69%和 41.63%。结果表明淡竹叶多糖能显著增强小鼠血清、肝和脑组织中 SOD 活力。

2.3 淡竹叶多糖对血清、肝和脑组织 GSH-Px 活力的影响

淡竹叶多糖对小鼠血清、肝和脑组织中 GSH-Px 活力的影响见表 3。与模型组相比空白组、淡竹叶多糖中、高剂量组血清、肝和脑组织中 GSH-Px 活力显著增强(P<0.01, P<0.05)。淡竹叶多糖中、高剂量组之间血清、肝和脑组织中 GSH-Px 活力亦有显著性差异(P<0.01, P<0.05)。淡竹叶多糖高剂量组血清、肝和脑组织中 GSH-Px 活力要强于淡竹叶多糖中剂量组。与模型组相比高剂量组血清、肝和脑组织中 GSH-Px 活力分别升高 23.18%、42.88%和 45.80%。结果表明淡竹叶多糖能显著增强小鼠血清、肝和脑组织中 GSH-Px 活力。

表3 血清、肝组织和脑组织 GSH-Px 活力 (n=18, x±s)

Table 3 GSH-Px activity in the serum, liver tissue, and brain

组别	tissue		
	血清/(U/mL)	肝组织/(U/mg)	脑组织/(U/mg)
空白组	260.71±27.64 ^a	114.68±4.27 ^a	145.74±17.21 ^a
模型组	210.23±22.77	75.54±9.72	90.85±12.65
高剂量组	258.96±26.31 ^a	107.93±10.55 ^a	132.46±15.84 ^a
中剂量组	236.01±24.52 ^{ac}	82.74±9.86 ^{bd}	100.61±14.98 ^{bd}
低剂量组	213.75±21.76	76.48±8.62	91.64±11.75

注: 与模型组相比a, $p<0.01$; b, $p<0.05$ 。与高剂组相比c, $p<0.05$; d, $p<0.01$ 。

2.4 淡竹叶多糖对血清、肝和脑组织 MDA 含量的影响

表4 血清、肝组织和脑组织 MDA 含量 (n=18, x±s)

Table 4 Content of MDA in the serum, liver tissue, and brain

组别	tissue		
	血清/(nmol/mL)	肝组织/(nmol/mg)	脑组织/(nmol/mg)
空白组	4.71±0.17 ^a	3.34±1.32 ^a	16.98±0.81 ^a
模型组	6.41±0.57	12.23±3.86	20.14±0.71
高剂量组	5.14±0.47 ^a	5.32±1.90 ^a	17.46±0.58 ^a
中剂量组	5.91±0.56 ^{bc}	9.23±2.91 ^{bc}	19.60±0.76 ^{bc}
低剂量组	6.28±0.57	12.16±3.53	20.17±0.73

注: 与模型组相比a, $p<0.01$; b, $p<0.05$ 。与高剂组相比c, $p<0.01$ 。

小鼠血清、肝和脑组织 MDA 含量见表 4。与空白组相比, 模型组血清、肝和脑组织中 MDA 含量极显著增加 ($P<0.01$)。淡竹叶多糖中、高剂量组与模型组以及淡竹叶多糖中剂量组与高剂量组之间血清、肝和脑组织中 MDA 含量有显著性差异 ($P<0.01$, $P<0.05$)。淡竹叶多糖中、高剂量组血清、肝和脑组织中 MDA 含量要低于模型组 ($P<0.01$, $P<0.05$)。淡竹叶多糖对 MDA 含量的影响有剂量依赖性, 淡竹叶多糖高剂量组血清、肝和脑组织中 MDA 含量要低于淡竹叶多糖中剂量组。高剂量组血清、肝和脑组织中 MDA 含量与模型组相比分别降低 19.81%、56.50%和 13.31%。结果表明淡竹叶多糖能显著降低小鼠血清、肝和脑组织中 MDA 含量。

2.5 淡竹叶多糖对衰老小鼠脾脏和胸腺指数的影响

淡竹叶多糖对小鼠脾脏和胸腺指数的影响见表 5。与模型组相比空白组、淡竹叶多糖中、高剂量组小

鼠脾脏和胸腺指数显著增加 ($P<0.01$, $P<0.05$)。淡竹叶多糖中、高剂量组之间小鼠脾脏和胸腺指数亦有显著性差异 ($P<0.01$, $P<0.05$)。淡竹叶多糖高剂量组小鼠脾脏和胸腺指数大于淡竹叶多糖中剂量组。高剂量组小鼠的脾脏和胸腺指数与模型组相比分别升高

22.18%和 46.28%。结果表明淡竹叶多糖有显著的抗小鼠脾脏及胸腺萎缩作用。

表5 淡竹叶多糖对小鼠脾脏和胸腺指数的影响 (n=18, x±s)

Table 5 Effect of DZY on the spleen index and thymus index of

组别	Kunming mice	
	脾脏指数	胸腺指数
空白组	40.98±2.74 ^a	3.93±0.50 ^a
模型组	31.46±1.38	2.42±0.66
高剂量组	38.44±2.45 ^a	3.54±0.71 ^a
中剂量组	32.71±1.49 ^{bc}	2.97±0.83 ^{bd}
低剂量组	31.98±1.42	2.57±0.65

注: 与模型组相比a, $p<0.01$; b, $p<0.05$ 。与高剂组相比c, $p<0.01$; d, $p<0.05$ 。

2.6 淡竹叶多糖对小鼠脑神经元数的影响

表6 淡竹叶多糖对小鼠脑神经元数的影响 (n=18, x±s)

Table 6 Effect of DZY on the neurons of Kunming mice

组别	脑神经元数/(个/mm ²)
空白组	7401±694 ^a
模型组	5421±346
高剂量组	6812±637 ^a
中剂量组	6342±507 ^{bc}
低剂量组	5498±354

注: 与模型组相比a, $p<0.01$; b, $p<0.05$ 。与高剂组相比c, $p<0.05$ 。

淡竹叶多糖对小鼠脑神经元数的影响见表 6。与空白组相比, 模型组小鼠脑神经元数显著降低 ($P<0.01$)。与模型组相比, 淡竹叶多糖高、中剂量组小鼠脑神经元数显著增加 ($P<0.01$, $P<0.05$)。淡竹叶多糖高剂量组小鼠脑神经元数大于淡竹叶多糖低剂量组。高剂量组小鼠脑神经元数与模型组比较升高 25.60%。结果表明淡竹叶多糖能显著的抑制小鼠脑神经元的死亡。

3 结论

文献报道淡竹叶中主要含有多糖、多酚及黄酮等三类生物活性成分, 其中以多糖含量最高 (多糖含量 2.66%, 总黄酮含量 1.62%, 多酚含量 1.43%^[12,13])。水加热回流最有利于其中多糖的提取, 经脱蛋白与乙醇的初步纯化, 多糖为本提取物的主要成分。本试验通

过对衰老小鼠灌胃不同剂量淡竹叶多糖研究其抗衰老作用。试验结果表明,衰老小鼠的学习记忆能力增强,淡竹叶多糖具有显著的抗衰老作用。其抗衰老作用机制与增加超氧化物歧化酶、谷胱甘肽过氧化物酶活性、减少丙二醛含量以及增加胸腺、脾脏指数、脑神经元数有关。同时,随着淡竹叶多糖给药剂量的增加其抗衰老作用也增强。

参考文献

- [1] 张海容,白娟,魏增云.等.超声萃取-响应面法优化淡竹叶多糖提取方法研究[J].化学研究与应用,2013, 25(3):303-310
ZHANG Hai-rong, BAI Juan, WEI Zeng-yun, et al. Optimization of ultrasound-assisted extraction of polysaccharides from *Lophantherum gracile brongn* by response surface methodology [J]. Chemical Research and Application, 2013, 25(3): 303-310
- [2] 张胜.淡竹叶中总黄酮提取工艺研究[J].贵州工业职业技术学院学报,2013,8(4):22-24
ZHANG Sheng. Study on extraction process of total flavonoids in *lophatherum graacile bongn* [J]. Journal of Guizhou Industry Polytechnic College, 2013, 8(4): 22-24
- [3] YOU Li-jun, GAO Qing, FENG Meng-ying, et al. Structural characterisation of polysaccharides from *tricholoma matsutake* and their antioxidant and antitumour activities [J]. Food Chem., 2013, 138(4): 2242-2249
- [4] Wu Wen-lin, Zhu Yuan-ting, Zhang Li, et al. Extraction, preliminary structural characterization, and antioxidant activities of polysaccharides from *Salvia miltiorrhiza* Bunge [J]. Carbohydrate Polymers, 2012, 87(4): 1348-1353
- [5] Guo L, Bai S P, Zhao L, et al. Astragalus polysaccharide injection integrated with vinorelbine and cisplatin for patients with advanced non-small cell lung cancer: effects on quality of life and survival [J]. Med. Oncol., 2012, 9(3): 1656-1662
- [6] Li J, Zhong Y, Li H, et al. Enhancement of astragalus polysaccharide on the immune responses in pigs inoculated with foot-and-mouth disease virus vaccine [J]. Int. J. Biol. Macromol., 2011, 49(3): 362-368
- [7] 季宇彬,汲晨锋.黄芪多糖对肿瘤模型小鼠红细胞免疫功能的影响[J].现代食品科技,2013,29(9):2042-2027
JI Yu-bin, JI Chen-feng. Effect of astragalus polysaccharide on immune function of erythrocyte in tumor model mice [J]. Modern Food Science and Technology, 2013, 29(9): 2042-2027
- [8] Ai S, Fan X, Fan L, et al. Extraction and chemical characterization of *angelica sinensis* polysaccharides and its antioxidant activity [J]. Carbohydr. Polym., 2013, 94(2): 731-736
- [9] 马丽杰,陈贵林,聂丽莎,等.锁阳多糖对D-半乳糖衰老小鼠血细胞和脑细胞染色体端粒长度的影响[J].中国中药杂志, 2009,34(10):1257-1260
MA Li-jie, CHEN Gui-lin, LIE Li-sha, et al. Effect of *cynomorium songaricum* polysaccharide on telomere length in blood and brain of d-galactose-induced senescence mice [J]. China Journal of Chinese Material Medica, 2009, 34(10): 1257-1260
- [10] Liu C, Chang J, Zhang L, et al. Purification and antioxidant activity of a polysaccharide from bulbs of *fritillaria ussuriensis maxim* [J]. Int. J. Biol. Macromol., 2012, 50(4): 1075-1080
- [11] CHEN You-guo, SHEN Zong-ji, CHEN Xiao-ping. Evaluation of freeradicals scavenging and immunity-modulatory activities of Purslane polysaccharides [J]. Int. J. Biol. Macromol., 2009, 45(5): 448-452
- [12] 王自军,杨红兵.淡竹叶中总黄酮和多糖的微波提取与含量测定[J].食品科技,2007,2(2):223-225
WANG Zi-jun, YANG Hong-bing. Microwave technique extraction and determination of total flavonoids and polysaccharides in herbal *lophatheri* [J]. Food Science and Technology, 2007, 2(2): 223-225
- [13] 罗金岳,程康华,刘经诚,等.淡竹叶中茶多酚的微波辅助提取[J].南京林业大学学报(自然科学版),2005,29(4):29-32
LUO Jin-yue, CHENG Kang-hua, LIU Jing-cheng, et al. Extraction of tea polyphenols from the leaves of *phyllostachys glauca* under microwave radiation [J]. Journal of Nanjing Forestry University (Natural Sciences Edition), 2005, 29(4): 29-32