

不同天数银杏叶发酵液提取物的体外抗氧化活性比较

詹欣^{1,2}, 辛敏^{1,2}, 王然^{1,2}, 唐涛², 唐劲天², 岳秉飞^{1,3*}

(1. 北京中医药大学中药学院, 北京 100102; 2. 清华大学工程物理系, 北京 100084;
3. 中国食品药品检定研究所, 北京 100050)

[摘要] **目的:** 考察银杏叶培养基经过冠突散囊菌发酵不同时间后乙酸乙酯提取物的体外抗氧化活性。**方法:** 将冠突散囊菌接种于银杏叶培养基中分别发酵4, 7, 11, 14 d后, 真空抽滤得到滤液, 利用溶剂分级萃取得到提取液, 以未发酵银杏叶乙酸乙酯提取液作为对照。结合酶标仪, 通过清除 DPPH(1,1-二苯基-2-三硝基苯肼)自由基、ABTS[2,2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐]自由基, 以及铁还原能力, 比较不同发酵天数乙酸乙酯提取物的抗氧化能力。**结果:** 测定了不同天数银杏叶发酵液乙酸乙酯提取物的抗氧化活性, 发现11 d发酵液提取物抗氧化活性最强, DPPH半数抑制浓度(IC₅₀)105.60 mg·L⁻¹, ABTS IC₅₀ 102.09 mg·L⁻¹更接近维生素C(VC)的IC₅₀值, 同时, 11 d组铁还原实验的吸光度在不同浓度梯度下均为最大值。**结论:** 初步确定银杏叶培养基发酵11 d后, 发酵液中的抗氧化活性成分积累量最大。

[关键词] 银杏叶; 冠突散囊菌; 抗氧化; 1, 1-二苯基-2-三硝基苯肼自由基; 2, 2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二铵盐自由基; 铁还原能力

[中图分类号] R285.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1005-9903(2014)03-0118-06

[doi] 10.11653/syjf2014030118

Comparison of Anti-oxidation of Ethyl Acetate Extracts from *Ginkgo biloba* Leaves Medium Under Different Fermentation Time Condition *in vitro*

ZHAN Xin^{1,2}, XIN Min^{1,2}, WANG Ran^{1,2}, TANG Tao², TANG Jin-tian², YUE Bing-fei^{1,3*}

(1. School of Chinese Materia Medica, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100102, China;
2. Department of Engineering Physics, Tsinghua University, Beijing 100084, China;
3. National Institutes for Food and Drug Control, Beijing 100050, China)

[Abstract] **Objective:** To compare antioxidative activity of *Ginkgo biloba* fermentation liquid ethyl acetate extract under different fermentation time. **Method:** The *Eurotium cristatum* was inoculated into liquid medium, incubation time were 4, 7, 11, 14 d respectively. The ethyl acetate extract of *G. biloba* aqueous extract was treated as control. *E. cristatum* and some residual impurities were filtrated to harvest clear fermentation liquor, and extracted by solvent extractions. Antioxidation of ethyl acetate extract was evaluated by 1, 1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), 2, 2'-azinobis-(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonate) (ABTS) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays. The different activities from fermentation time were compared. **Result:** All above extracts showed different antioxidant activities, moreover, 11 d extracts displayed the best activity: DPPH 50% inhibiting concentration (IC₅₀) 105.7 mg·L⁻¹; ABTS IC₅₀ 83.6 mg·L⁻¹, which was close to vitamine C (VC) and the results of absorbance in FRAP test were quite consistent. **Conclusion:** Antioxidative composition accumulated in *G. biloba* fermentation liquor was largest at 11 d fermentation time.

[Key words] *Ginkgo biloba*; *Eurotium cristatum*; antioxidation; DPPH; ABTS; FRAP

[收稿日期] 20130721(007)

[基金项目] 中国博士后基金(2013M530603)

[第一作者] 詹欣, 在读硕士, 从事微生物发酵及植物化学研究, Tel:010-62773439, E-mail: janezh823@gmail.com

[通讯作者] *岳秉飞, 研究员, 硕士生导师, 从事动物遗传学、比较医学研究, Tel:010-67095401, E-mail: yue-bingfei@nicpbp.org.cn

银杏叶 *Ginkgo Folium* 为银杏科植物银杏的干燥叶。银杏叶中含有黄酮、萜内酯、酚酸、聚异戊烯醇等化学成分,其中黄酮类和萜内酯类物质具有很强的药理活性^[1]。银杏内酯可以增强红细胞 SOD 活性,清除氧自由基,抑制细胞膜脂质过氧化^[2]。银杏叶酮酯类化合物是超氧阴离子捕捉剂和超氧阴离子灭活剂,参与清除超氧阴离子,抑制脂质过氧化反应,从而保护膜的正常结构^[3]。

冠突散囊菌又叫“金花”菌,是茯砖茶的优势菌。“金花”是茯砖茶独特风味的主要影响因素。长年饮用茯砖茶有调理肠胃、促进消化、降血糖、降血脂、增强人体体质及延缓衰老等功效^[4]。同时,冠突散囊菌还可以在非黑茶茶类和几种常见的药用植物上“发花”,如:绿茶,红茶,银杏叶,枇杷叶,杭菊花等^[5-6]。

人体内自由基过量会导致动脉硬化、关节炎、糖尿病、肺气肿、心脑血管病、癌症、老年痴呆等多种疾病^[7]。目前工业上生产的抗氧化剂对人体有一定的副作用,可能会导致癌症和肝损伤^[8]。除常规方法外,越来越多的新方法被应用于天然抗氧化剂的筛选,如刘平怀等^[9]用联合微孔板法建立了一种微量、快速的筛选天然产物抗氧化活性的方法。由此可见,有效地筛选天然抗氧化剂以及开发合理快速的自由基检测方法具有深远意义。

目前,尚无将冠突散囊菌接种在银杏叶培养基的研究。本文创新性的结合微生物发酵的方式,通过微生物代谢反应,利用银杏叶中的活性成分,比较不同发酵天数冠突散囊菌在银杏叶培养基中产生的抗氧化活性物质的积累情况。罗正^[10]证实银杏叶提取物经过石油醚相、正丁醇相萃取后的抗氧化活性相对于乙酸乙酯相低很多,所以本文只对发酵液乙酸乙酯提取物进行了不同发酵天数的抗氧化活性比较。

1 材料

1.1 试剂与仪器 银杏叶采于2012年10月清华校园,经中国解放军总医院医学保障部药品保障中心马凤彩药师鉴定为正品银杏 *Ginkgo biloba* L. 叶,50℃烘干,至干燥通风处保存。马铃薯琼脂培养基(PDA)(北京奥博星生物技术有限公司);1,1-二苯基-2-二硝基苯肼(DPPH, Alfa Aesar 公司);2,2-联氮-二(3-乙基-苯并噻唑-6-磺酸)二氨盐(ABTS)、维生素C(VC, Sigma 公司);FeCl₃(Acros 公司);色谱级甲醇(Burdick&Jackson);冠突散囊菌(3.0448),购自中国普通微生物菌种保藏管理中心(CGMCC),

其余试剂均为分析纯,购自北京化工厂。

Ultimate™ 3000 HPLC(美国 DIONEX 公司)(检测器:VWD3400RS, AFC-3000 泵, LPG-3400SD 自动进样器, WPS-3000SL 柱恒温器, TCC-3000SD SRD; SR-3000 软件: Dongle No. 19513);旋蒸仪(日本 EYELA 公司), SVE-4A1 型垂直流超净工作台(新加坡 ESCO 公司), AL204-IC 型电子天平[梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司], THZ-D 型台式恒温振荡器(苏州培英实验设备有限公司), SHZ-CB 型循环水式真空泵(巩义市英峪予华仪器厂), WF2 UV-2000 型紫外分光光度计[尤尼柯(上海)仪器有限公司], pH 计[梅特勒-托利多仪器(上海)有限公司], H2O3-H 型恒温金属加热器[金银杏生物科技(北京)有限公司], 酶联免疫检测仪(美国 BIO-RAD 公司), 恒温培养箱(德国 MMM Incucell 系列)。

1.2 供试品的制备

1.2.1 冠突散囊菌悬液的制备 在 PDA 平板培养基上培养冠突散囊菌,待 4 d 后平板长满菌落,无菌条件下,倒入无菌水 5 mL,用接种环将黄色闭囊壳刮下,悬浮于无菌水中,再将悬浮液倒入盛有 100 mL 无菌水并带有玻璃珠的三角瓶内,150 r·min⁻¹ 振摇 20 min,制成均匀的孢子悬液。调整孢子密度为 (5.0~6.0) × 10⁸ CFU·mL⁻¹。

1.2.2 银杏叶培养基的制备 参照 GB8305-87 茶水浸出物标准^[11],称取 8.000 g 银杏叶粉末试样于 1 L 沸蒸馏水中,浸提 45 min(每隔 10 min 摇动 1 次),立即减压过滤,残渣用少量蒸馏水洗 2~3 次,合并滤液于 2 L 锥形瓶,冷却后用蒸馏水定容至刻度。按上述方法制备 5 组相同的培养基于 2 L 锥形瓶中,其中 4 组供“金花”菌发酵,另 1 组不加入菌悬液作为对照。以邓放明^[12]筛选的最优培养基配方作为参考,确定培养基成分为:向含 0.8% 银杏叶的浸提液中加入 6% 的蔗糖, pH 5.5。配制好的培养基在 121℃ 下高压蒸气灭菌 20 min。

1.2.3 接种与发酵培养 将制备好的孢子悬液在无菌条件下接种到培养基中,使得接种量为 5% (V:V)。以邓放明^[12]筛选的最优培养基配方作为参考,发酵条件为 30℃, 120 r·min⁻¹ 条件下培养 4, 7, 11, 14 d。

1.2.4 发酵液的萃取 发酵液真空抽滤得到的滤液依次进行石油醚,乙酸乙酯的萃取并用旋蒸仪蒸干溶剂,称重得各发酵天数乙酸乙酯萃取物 111.1, 95.0, 315.5, 222.5 mg, 对照组得到 115.1 mg。

1.2.5 VC溶液的配制 以无水乙醇为溶剂,将VC粉末精确配制成 $125 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的溶液备用。

1.2.6 供抗氧化试验对照品及待测样品的制备 以无水乙醇为溶剂,分别配制未发酵及不同发酵天数的提取物溶液 $500 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,逐级二倍稀释。

1.2.7 高效液相色谱样品制备 以色谱级甲醇溶解样品。

2 方法

2.1 色谱条件 色谱柱为 Kromasil 100-5 C_{18} 柱 ($150 \text{ mm}\times 4.6 \text{ mm}$);流动相甲醇(A)-水(B),梯度洗脱,洗脱程序见表1。流速 $1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$,检测波长 254 nm ,柱温 $30 \text{ }^\circ\text{C}$,进样量 $3 \text{ }\mu\text{L}$ 。

表1 银杏叶发酵液提取物 HPLC 洗脱程序

<i>t</i> /min	A/%	B/%
0	20	80
5	30	70
20	40	60
40	60	40
50	90	10
55	20	80
60	20	80

2.2 清除 DPPH 自由基活性 参照文献[13]并稍作改动。将 $50 \text{ }\mu\text{L}$ 不同质量浓度的提取物以及不同质量浓度的 VC 对照品溶液分别加入 96 孔板小孔中,再加入 $150 \text{ }\mu\text{L}$ DPPH 溶液中,迅速混匀,然后置于 $37 \text{ }^\circ\text{C}$ 恒温金属加热器上 30 min 后,在 510 nm 处测定溶液的吸光度(A),以等体积的相应溶剂代替样品溶液作为阴性对照,设置 3 个复孔。选用 VC 作为阳性对照。样品的抗氧化程度用对 DPPH 自由基的抑制率表示:

$$\text{清除率} = (1 - A_1/A_0) \times 100\%$$

A_0 为阴性对照组吸光度; A_1 为样品组吸光度

半数抑制率(IC_{50})指的是清除率为 50% 时所需抗氧化剂的浓度,是根据不同浓度抗氧化剂的清除率作曲线求出。

2.3 清除 ABTS 自由基活性 参照文献[14],并稍作改动。取 $50 \text{ }\mu\text{L}$ 样品溶液及不同浓度的 VC 对照品加入 96 孔板小孔中,再加入 $150 \text{ }\mu\text{L}$ ABTS 工作液于小孔中,混匀,室温下反应 6 min ,利用 Imark 型酶标仪在 735 nm 下测定其 A。阴性对照以相应溶剂代替样品溶液。所有的测量值均做 3 个复孔取其平均值。样品对 ABTS 的清除率按照下面公式计算:

$$\text{清除率} = (1 - A_1/A_0) \times 100\%$$

A_1 为加入样品后测定的吸光度; A_0 为阴性对照的吸光度

IC_{50} 的计算同方法 2.2。

2.4 还原 Fe^{3+} 能力测定 参照文献[15]并稍作改动。取 1 mL 样品溶液, 1 mL $0.2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 磷酸盐缓冲液 (pH 6.6) 和 1 mL 1% $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ 溶液于试管中,混匀, $50 \text{ }^\circ\text{C}$ 反应 20 min ,加入 1 mL 10% 三氯乙酸终止反应,然后 $3000 \text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 离心 10 min ,取上清液 2.5 mL ,加入 2.5 mL 蒸馏水和 0.5 mL 0.1% FeCl_3 溶液,混匀, 10 min 后,于 700 nm 处测定 A,平行测定 3 次, $P < 0.05$ 为有统计学意义。本实验以 VC 做阳性对照。A 与样品的还原能力有关,A 值越大则样品的还原能力越强。以等体积无水乙醇代替样品作为阴性对照。

2.5 统计学方法 所有数据资料均用统计软件 SPSS 16.0 进行分析,各组数据资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示, $P < 0.05$ 为有统计学意义。

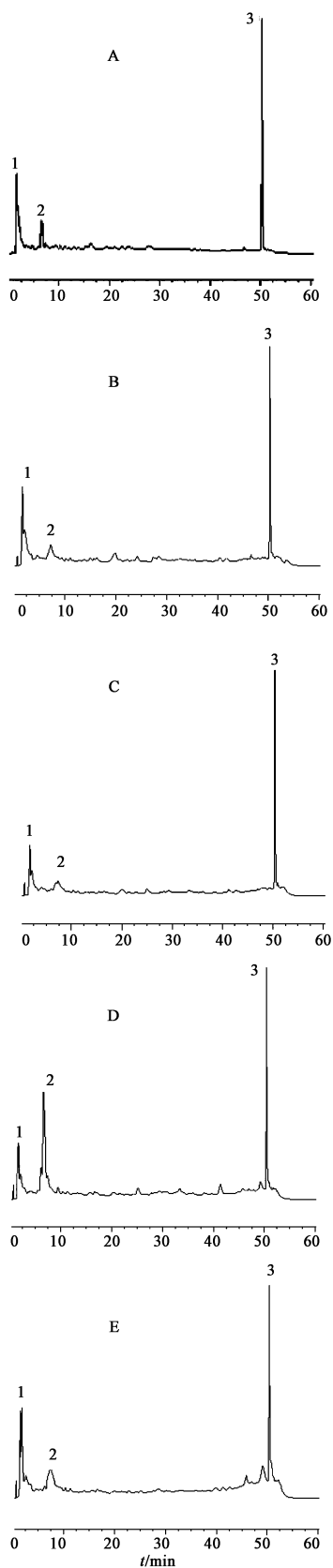
3 结果

3.1 不同发酵天数待测样品高效液相检测 按照以上色谱条件,得到对照组及发酵组的 HPLC 见图 1。对比 5 张 HPLC 图,可以发现发酵 11 d (图 1D) 中的 2 号峰相对于 1 号峰峰面积较大,而其他天数 1 号峰峰面积大于 2 号峰。

3.2 不同发酵天数待测样品清除 DPPH 自由基能力 各浓度梯度下,4~7 d 的发酵液的清除 DPPH 自由基能力逐渐下降,7~11 d 时,清除能力上升,14 d 时,清除能力再次下降。11 d 发酵液清除 DPPH 自由基能力最强。并通过 SPSS 16.0 统计,发酵 11 d 与其他 3 组发酵时间的 DPPH 自由基清除率有显著性差异。各组样品 IC_{50} 值见表 2。发酵 11 d 乙酸乙酯提取物的 IC_{50} $105.60 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,在测试组中最小,更接近 VC 的抗氧化活性 (IC_{50} $69.15 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$)。

3.3 不同发酵天数待测样品清除 ABTS 自由基能力 各浓度梯度下,4~7 d 的发酵液的清除 ABTS 自由基能力基本一致,7~11 d 时,清除能力上升,14 d 时,清除能力再次下降。说明 11 d 发酵液清除 ABTS 自由基能力最强。并通过 SPSS 16.0 统计,发酵 11 d 与其他 3 组发酵时间的 ABTS 自由基清除率有显著性差异。各组样品 IC_{50} 值见表 3。发酵 11 d 乙酸乙酯提取物的 IC_{50} $102.09 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$,在测试组中最小。

3.4 不同发酵天数待测样品还原 Fe^{3+} 能力 随着样品浓度的升高,其 A 逐渐增大。相比于其他组,11 d 组在选取的 5 个浓度中 A 均为最大值,说明发酵



A. 对照组;B-E. 4,7,11,14 d 银杏叶发酵组
图 1 银杏叶发酵液提取物的 HPLC

表 2 不同天数发酵液提取物清除 DPPH 自由基的 IC_{50} ($\bar{x} \pm s, n=3$)

组别	质量浓度 /mg·L ⁻¹	清除率 /%	IC ₅₀ /mg·L ⁻¹
4 d	31.25	4.85 ± 0.02	390.90
	62.50	8.98 ± 0.02	
	125.00	21.08 ± 0.02	
	250.00	40.48 ± 0.02	
	500.00	59.26 ± 0.01	
7 d	31.25	-1.38 ± 0.03	528.94
	62.50	-0.92 ± 0.02	
	125.00	7.61 ± 0.00	
	250.00	20.88 ± 0.02	
	500.00	46.81 ± 0.01	
11 d	7.81	4.67 ± 0.03	105.60
	15.63	8.08 ± 0.00	
	31.25	16.56 ± 0.00	
	62.50	33.33 ± 0.00	
	125.00	57.45 ± 0.01	
14 d	31.25	2.40 ± 0.04	499.13
	62.50	5.51 ± 0.01	
	125.00	15.57 ± 0.02	
	250.00	27.67 ± 0.06	
	500.00	48.65 ± 0.02	
VC	7.81	0.48 ± 0.01	69.15
	15.63	9.24 ± 0.03	
	31.25	23.03 ± 0.02	
	62.50	50.51 ± 0.03	
	125.00	89.07 ± 0.01	
未发酵	31.25	5.36 ± 0.04	328.81
	62.50	8.88 ± 0.02	
	125.00	21.49 ± 0.04	
	250.00	41.04 ± 0.06	
	500.00	73.86 ± 0.10	

11 d 的银杏叶培养基还原 Fe³⁺ 能力的活性物质积累量最大。在样品浓度下,阳性对照 VC 的 A 分别为 0.60,0.68,0.72,0.90,0.87。11 d 组在 500 mg·L⁻¹ A 为 1.23 > VC 的 A。见表 4。

4 讨论

近 20 年来,活性氧和自由基研究成为现代生命科学的热点,评价和筛选具有强抗氧化活性的天然资源已成为生物学、医学和食品科学研究的新趋势^[16]。目前对于银杏叶黄酮和萜内酯部分研究较

表 3 不同天数发酵液提取物清除
ABTS 自由基的 IC₅₀ ($\bar{x} \pm s, n = 3$)

组别	质量浓度 /mg·L ⁻¹	清除率 /%	IC ₅₀ /mg·L ⁻¹
4 d	31.25	11.99 ± 0.03	224.21
	62.50	20.84 ± 0.03	
	125.00	40.71 ± 0.01	
	250.00	67.27 ± 0.03	
	500.00	85.57 ± 0.02	
7 d	31.25	4.15 ± 0.00	363.92
	62.50	15.40 ± 0.08	
	125.00	19.41 ± 0.10	
	250.00	43.15 ± 0.04	
	500.00	63.44 ± 0.01	
11 d	15.63	11.58 ± 0.01	102.09
	31.25	22.75 ± 0.00	
	62.50	40.92 ± 0.05	
	125.00	71.54 ± 0.11	
	250.00	94.17 ± 0.01	
14 d	31.25	12.59 ± 0.02	281.79
	62.50	12.63 ± 0.02	
	125.00	25.91 ± 0.01	
	250.00	58.69 ± 0.02	
	500.00	76.16 ± 0.03	
VC	10.00	21.04 ± 0.02	21.50
	20.00	47.35 ± 0.02	
	25.00	65.33 ± 0.04	
	40.00	91.50 ± 0.01	
	50.00	95.39 ± 0.00	
未发酵	31.25	11.85 ± 0.02	226.75
	62.50	16.69 ± 0.03	
	125.00	36.10 ± 0.04	
	250.00	64.22 ± 0.03	
	500.00	92.39 ± 0.01	

表 4 不同天数发酵液提取物的还原 Fe³⁺ 能力 ($\bar{x} \pm s, n = 3$)

质量浓度/mg·L ⁻¹	发酵天数/d	A
31.25	4	0.17 ± 0.01
	7	0.03 ± 0.00
	11	0.10 ± 0.01
	14	0.05 ± 0.03
	未发酵组	0.03 ± 0.00
62.50	VC	0.60 ± 0.00
	4	0.05 ± 0.00
	7	0.03 ± 0.00
	11	0.20 ± 0.00
	14	0.14 ± 0.00
125.00	未发酵组	0.06 ± 0.00
	VC	0.68 ± 0.02
	4	0.21 ± 0.02
	7	0.11 ± 0.01
	11	0.34 ± 0.00
250.00	14	0.15 ± 0.00
	未发酵组	0.17 ± 0.01
	VC	0.72 ± 0.00
	4	0.26 ± 0.00
	7	0.14 ± 0.00
500.00	11	0.41 ± 0.02
	14	0.23 ± 0.01
	未发酵组	0.27 ± 0.01
	VC	0.90 ± 0.01
	4	0.84 ± 0.01
	7	0.60 ± 0.02
	11	1.23 ± 0.05
	14	0.67 ± 0.01
	未发酵	0.89 ± 0.01
	VC	0.87 ± 0.01

多,并且已证实其具有抗氧化活性。但目前尚无关于将冠突散囊菌发酵培养在银杏叶培养基研究的报道。本文通过在银杏叶培养基中发酵冠突散囊菌,再通过液液萃取,对得到的乙酸乙酯提取物进行 3 种方法的抗氧化研究。结果均显示出发酵 11 d 后,发酵液中的抗氧化活性成分积累量最大。由 HPLC 图发现,发酵 11 d 时,有某种物质含量发生变化,但仍不能确定这种物质是否是影响提取物抗氧化差异的真正原因,可以通过进一步的化合物分离,得到该

物质进行更深入的研究。本实验发酵条件参照邓放明^[12]黑茶浸提液发酵冠突散囊菌,而银杏叶培养基发酵“金花”菌的最优条件(溶氧,pH,料液比,温度,C 源、N 源种类及含量等)也有待进一步探究。目前,发酵液中抗氧化活性成分的结构还尚不明确,而且活性物质的含量随着发酵天数可能有一定的变化趋势,所以,可以在最优条件下可以增加不同的发酵时间组,以天数为变量,活性物质含量为指标,进行活性物质提取的工艺优化。

[参考文献]

[1] 夏晓辉,张宇,郝砚彬,等. 银杏叶化学成分研究进展

- [J]. 中国实验方剂学杂志,2009,15(9):100.
- [2] 吴东方,罗顺德,冯小东,等. 银杏叶黄酮对肝脏MDA生成的影响[J]. 中国中药杂志,1997,22(1):51.
- [3] Y Oyama, L Chikahis, T Ueha, et al. *Ginkgo biloba* extract protects brain neurons against oxidative stress induced by hydrogen peroxide[J]. *Brain Res*, 1996, 12(2):349.
- [4] 丁婷,吕嘉彬. 茯砖茶中"金花"菌的研究进展[J]. 食品工业科技,2012,33(1):419.
- [5] 陈桂梅. 冠突散囊菌研究进展[J]. 西北农林科技大学学报:自然科学版,2012,40(3):179.
- [6] 蔡正安,刘素纯,刘杏益,等. 冠突散囊菌在不同茶类及几种植物材料上"发花"的研究[J]. 茶叶科学,2010,30(4):263.
- [7] Kumar K S, Ganesan K, Rao P V S. Antioxidant potential of solvent extracts of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) doty-an edible seaweed[J]. *Food Chem*, 2008, 107(1):289.
- [8] 李培源,霍丽妮,苏炜,等. 总抗氧化能力检测试剂盒(ABTS)法测定江南星蕨的抗氧化活性[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(1):162.
- [9] 刘平怀,汪春牛,陈德力,等. DPPH法测定青皮加速溶剂萃取提取物的抗氧化活性[J]. 中国实验方剂学杂志,2011,17(21):69.
- [10] 罗正. 基于抗氧化效果的银杏叶活性成分提取工艺优化及其抗氧化活性的评价[D]. 长沙:中南林业科技大学,2008:6.
- [11] 中华人民共和国国家标准. GB8305-87 茶水浸出物测定.
- [12] 邓放明. 茯砖茶中冠突散囊菌分离培养及其发酵液胞外多糖与应用酶学研究[D]. 长沙:湖南农业大学,2007.
- [13] Prior R, Wu X, Schaichs K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements [J]. *J Agric Food Chem*, 2005, 53(10):4290.
- [14] Hu F, Schmidt K, Stoyanova S, et al. Radical scavengers from the entomogenous deuteromycete *Beauveria amorpha*[J]. *Planta Med*,2002, 68(1):64.
- [15] 张友仁,唐涛,黄昀,等. 辣椒叶多酚抗氧化及抗炎活性研究[J]. 食品工业,2013(15):17.
- [16] 罗正,李湘洲,欧阳娜娜. 银杏叶微波提取物清除DPPH自由基的工艺研究[J]. 时针国医国药,2008,19(8):1819.
- [17] 潘洪平. 银杏叶制剂药理作用和临床应用研究进展[J]. 中国中药杂志,2005,30(02):93.

[责任编辑 聂淑琴]

《中国中药杂志》2014年征订启事

《中国中药杂志》系中国科协主管,中国药学会主办,中国中医科学院中药研究所承办的综合性中药学术期刊。创刊于1955年7月,是创刊最早、发行量最大的中药学术刊物。《中国中药杂志》全面反映我国中医科研最高学术水平,主要报道该领域新成果、新技术、新方法与新思路,内容包括栽培、资源与鉴定、炮制、药剂、化学、药理、不良反应、临床等。设有专论、综述、研究论文、研究报告、临床、学术探讨、药事管理、经验交流、信息等栏目。主要读者对象为医药领域各级管理部门、研究所、大专院校、企业以及医院等从事医药科研、管理、生产、医院制剂及临床研究等方面的专业人员。

《中国中药杂志》现为半月刊,128页,2014年定价每期30元,全年24期定价为720元。国内刊号11-2272/R,国际刊号1101-5302。

本刊现已全面实现网络编辑办公,如欲投稿或联系本刊、获取本刊各种信息动态请登录中国中药杂志网站 www.cjcmm.com.cn 或 www.中国中药杂志.com。

联系电话:稿件查询010-64045830转602;主任电话010-64058556;资源与栽培栏编辑:010-64048925;制剂栏编辑:010-64040392;化学栏编辑:010-64040113;药理栏编辑:010-84022522;临床栏编辑:010-64059766;电子杂志制作发行及网上维护:010-64030625。