

## 油松不同部位多酚与单宁的含量比较研究

谢久祥<sup>1,2</sup> 林恭华<sup>1</sup> 都玉蓉<sup>3</sup> 余雪峰<sup>4</sup> 索有瑞<sup>1</sup> 张同作<sup>1\*</sup>

(1. 中国科学院西北高原生物研究所, 西宁 810008 ;2. 中国科学院研究生院, 北京 100049 ;3. 青海师范大学, 青海 810008 ;4. 青海省大通县森防站, 大通 810100)

**摘要** 油松为我国特有树种, 药用历史悠久且分布广泛, 其药用部位含有多酚和单宁等生物活性物质。本文采用 Folin-Cicalten 法和柠檬酸铁铵法对油松不同部位多酚与单宁含量进行了测定。实验结果表明, 油松根、茎和叶多酚含量依次为  $89.24 \pm 12.06$ 、 $68.18 \pm 11.20$ 、 $104.30 \pm 12.51 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ; 单宁含量依次为  $25.38 \pm 5.85$ 、 $20.92 \pm 3.55$ 、 $39.02 \pm 5.68 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。油松多酚与单宁在油松各部位有相同的分布趋势, 均为叶中最高, 根次之, 茎中最低。与其他中草药植物多酚含量相比, 油松多酚含量较高, 具有较大的开发前景和应用价值。

**关键词** 油松; 多酚; 单宁; 青海; 开发应用

中图分类号 S791.254 文献标识码 A 文章编号 1673-5102(2012)02-0243-05

## Comparison of the Contents of Total Polyphenols and Tannins in Different Parts of *Pinus sinensis*

XIE Jiu-Xiang<sup>1,2</sup> LIN Gong-Hua<sup>1</sup> DU Yu-Rong<sup>3</sup> YU Xue-Feng<sup>4</sup> SUO You-Rui<sup>1</sup> ZHANG Tong-Zuo<sup>1\*</sup>

(1. Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810008 ;2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049 ;3. Qinghai Normal University, Xining 810008 ;4. Forest Pest Management and Quarantine Station of Datong County in Qinghai province, Datong 810100)

**Abstract** *Pinus sinensis* is a widely distributed Chinese endemic species, with a long application history in Chinese herbal medicine. Polyphenols and tannins are important medicinal components in pines. In this paper, Folin-Cicalten method and the Chinese national standard determination method of tannins were adopted to determine the total polyphenols and tannins contents in root, stem and leaf of *P. sinensis*. The total contents of polyphenols in root, stem and leaf of pine was  $89.24 \pm 12.06$ ,  $68.18 \pm 11.20$  and  $104.30 \pm 12.51 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , respectively, and tannin contents were  $25.38 \pm 5.85$ ,  $20.92 \pm 3.55$  and  $39.02 \pm 5.68 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , respectively. The results showed leaf contained the highest content of total polyphenols, while stem the lowest. Compared with other medicinal plants, the relatively high contents of total polyphenols and tannins make *P. sinensis* a promising treasure in development and application.

**Key words** Chinese pine, total polyphenols, tannins, Qinghai, development and application

植物多酚是多羟基酚类化合物的总称。多酚是植物体内最重要的次生代谢产物, 主要存在于植物体的皮、根、叶和果肉中, 含量仅次于纤维素和木质素, 其多元酚结构具有独特的理化性质, 能与蛋白质结合、与金属离子络合、捕捉自由基、具有还原性和诸多衍生化反应活性等, 从而使其具有抗肿瘤、抗氧化、抗动脉硬化、防治冠心病与中风等心脑血管疾病以及抗菌等多种生理功能<sup>[1,2]</sup>。单宁是

分子量为 500 ~ 3 000 的植物多酚, 是多酚的最主要组成部分。单宁已经被应用到多个领域, 如医药领域利用了其抑菌和抗病毒、抗癌变和抗肿瘤、抗心脑血管疾病、抑制蛇毒蛋白的活性等生理活性<sup>[3]</sup>。

油松广布于辽宁、陕西和青海等北方各省, 资源量极其丰富; “十五”期间我国油松林面积为 228.10 万公顷<sup>[4]</sup>。人类对松属植物利用的历史已相当久远, 中药取材大多为油松(*Pinus sinensis*)各

基金项目: 中国科学院“西部之光”人才培养计划(No. 0954021211)和国家自然科学基金(No. 30970366)

第一作者简介: 谢久祥(1985—)男, 博士研究生, 主要从事特色生物资源开发和化学生态学研究。

\* 通讯作者 E-mail: zhangtz@nwipb.cas.cn

收稿日期 2011-11-10

个非木质部分,该类中草药有燥湿、拔毒、止痒、止血和活络等相似功效<sup>[5]</sup>。近年来,松属植物的药用价值已成为国内外研究热点,发现松树多酚有抗癌<sup>[6,7]</sup>、抗氧化<sup>[8-10]</sup>、治疗牙斑形成和牙龈出血<sup>[11]</sup>、抗衰老<sup>[12,13]</sup>、抑菌<sup>[14]</sup>和增强免疫力<sup>[15]</sup>的作用,这和松树多酚类物质有很大关系<sup>[7-9,11]</sup>。当前对松树非木质部分开发研究历史较短,还需要更多基础研究工作,国内仅见一篇关于兴安落叶松单宁含量的报道<sup>[16]</sup>,尚无油松多酚与单宁含量的研究。本研究测定了油松不同部位多酚和单宁的含量,为油松多酚类物质的合理开发提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 实验材料、试剂与仪器

材料 2010 年 10 月,于青海大通苗圃(海拔 2 553 m, E101°34'23.8", N37°1'21.33")采集 7 龄油松幼苗 10 株。分部洗净,根与茎挑选直径 8 mm 以下者冷冻干燥,粉碎,过筛,编号包装在塑料袋中,密闭于冰箱中低温干燥保存,待用。

试剂:20% 的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液,福林试剂,0.1  $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  没食子酸,2  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  单宁酸溶液,8.0  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  氨 ( $\text{NH}_3$ ) 溶液,75% 二甲基甲酰胺溶液,3.5  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  柠檬酸铁铵溶液(铁含量 17% ~ 20%)。其他试剂为分析纯。

仪器:BS110S 电子天平,722 分光光度计,CS101 型电热鼓风干燥箱,KQ-400DB 超声波清洗器,HY-B2 回旋振荡器,粉碎机,筛子(孔径 0.5 mm),离心机,离心管(容量 50 mL),往复式机械搅拌器,721 分光光度计,刻度移液管,试管(10 mL),容量瓶。

### 1.2 多酚含量的测定

#### 1.2.1 福林试剂的配制

称取 20 g 钨酸钠和 5 g 钼酸钠于圆底烧瓶中,用 140 mL 蒸馏水溶解,加入 85% 的磷酸溶液 10 和 20 mL 浓盐酸,文火回流 10 h,然后加入 3 g 硫酸锂及 15 mL 双氧水,加热沸腾 15 min 至亮黄色,不得带微蓝和绿色。冷却,移入 250 mL 容量瓶中,定容于棕色瓶中。

#### 1.2.2 样品溶液的制备

称取油松根、茎和叶样本粉末 0.2 g,各部位取样 10 份,共 30 份。放在 25 mL 容量瓶中,加入 65% 乙醇定容。用超声波提取 30 min,静置 10 min 后取 2 mL 上清液,于 10 mL 容量瓶中,用 65% 乙醇定容至刻度。

#### 1.2.3 最大吸收波长的测定

以蒸馏水为溶剂,以福林试剂、碳酸钠为显色剂,作标准品没食子酸的吸收曲线,在 740 ~ 790 nm 波长下扫描其吸光度,结果表明在 765 nm 处有强吸收峰,故选择 765 nm 为测定波长。

#### 1.2.4 校准曲线的建立

以没食子酸为对照品,精确称取 0.002 5 g 没食子酸,蒸馏水定容至 25 mL。该标准液浓度为 0.1  $\text{mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ 。准确量取上述标准液 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mL 于 50 mL 容量瓶中,各加 30 mL 水,摇匀,再加 0.5 mL 福林试剂,充分摇匀,1 min 后,加入碳酸钠溶液(20%)1.5 mL,混匀定容。在 75°C 水浴下反应 10 min,于 765 nm 波长下测定吸光度,建立标准曲线。

#### 1.2.5 样品溶液吸光度的测定

准确量取制备好的样品溶液 1.0 mL 于 50 mL 容量瓶中,加入 15 mL 蒸馏水,再加入 0.5 mL 福林试剂,再加入 1.5 mL 20% 碳酸钠溶液,用水定容至刻度,混匀,75°C 水浴 10 min,冷却后测定在 765 nm 处的吸光度。

#### 1.2.6 吸光度结果检查

精密度试验:取油松枝 2 号按上述样品溶液制备及测定方法,重复测定 6 次,计算 RSD;稳定性试验:取油松根 1 号样本按上述样品溶液制备及测定方法,于 4°C 放置 0、2、4、6、8、10 h 测定吸光度值,计算相对标准偏差(RSD);重现性实验:称取相同质量的油松叶 3 号样品粉末 10 份按上述样品溶液配制及测定方法,测定吸光度值,计算 RSD;回收率测定:采用加标回收法,将已知多酚的样品 5 份,各加入对照品 100  $\mu\text{L}$ ,按上述样品溶液制备与测定方法检测多酚浓度,并计算回收率。

### 1.3 单宁含量的测定

参照文献[17]的方法,称取油松根、茎、叶各样本粉末每份  $1 \pm 0.001$  g,每个部位称取 10 份样品,共 30 份,置于离心管中。加入 20 mL 75% 二甲基甲酰胺溶液,超声提取 30 min。然后以 3 000 g 离心 10 min。取 1 mL 上清液于试管(A 组)中,分别加 6 mL 水和 1 mL 氨溶液,振荡数秒钟。再取 1 mL 上清液于试管(B 组)中,分别加 5 mL 水和 1 mL 3.5  $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$  柠檬酸铁铵溶液,振荡数秒钟,然后加 1 mL 氨溶液,振荡数秒钟。从 A 组和 B 组试管中分别取 1 mL 所得溶液于 10 mL 容量瓶中,用 75% 二甲基甲酰胺溶液定容至刻度,静置 10 min。然后分别将配对的 A 试管和 B 试管内溶液倒入比

色皿中,以水为空白对照,用分光光度计于 525 nm 处测定吸光度值。试样的吸光度值测定结果 AX 为两个吸光度值之差。同一样品测定 2 次。

### 1.3.1 标准曲线的建立

准备 6 个 10 mL 容量瓶,用刻度移液管分别加入 0、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 mL 单宁酸溶液,加入二甲基甲酰胺溶液至刻度。分别移取 1 mL 以上标准系列溶液于试管中,用移液管分别加入 5 mL 水和 1 mL 柠檬酸铁铵溶液,用振荡器振荡数秒钟。然后加入 1 mL 氨溶液,再振荡数秒钟,静置 10 min,倒入比色皿中,以水为空白对照,于 525 nm 处测定吸光度值。

### 1.3.2 吸光度结果检查

稳定性实验:取油松根 1 号样本按上述样品溶液制备及测定方法,于 4℃ 放置 0、2、4、6、8、10 h 测定吸光度值,计算单宁含量,计算 RSD。

精密度实验:取油松茎 3 号按上述样品溶液制备及测定方法,重复测定 6 次,计算 RSD。

重现性实验:称取相同质量的油松叶 7 号样品粉末 10 份按上述样品溶液配制及测定方法,测定单宁含量,计算 RSD。

加样回收率实验:采用加标回收法,将已知多酚含量的样品 5 份,各加入对照品 100 μL,按上述样品溶液制备与测定方法检测多酚浓度,并计算回收率。

## 2 结果

### 2.1 多酚含量测定结果

#### 2.1.1 Folin-Cicalten 法多酚标准曲线建立

以没食子酸浓度  $c$  为横坐标,吸光度  $A$  为纵坐标建立校准曲线,回归方程为:

$$A = 127.57c - 0.0063$$

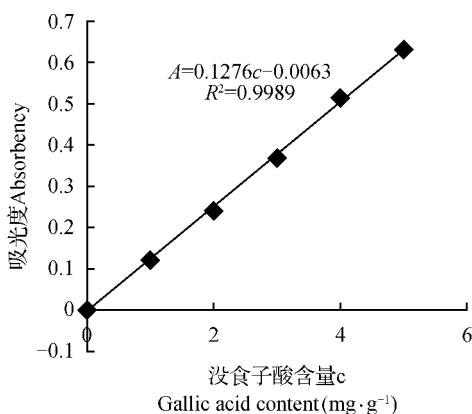


图 1 没食子酸吸光度值标准曲线

Fig. 1 Calibration curve of gallic acid absorbency

### 2.1.2 精密度、稳定性、重现性、回收率试验结果

稳定性实验结果,吸光度值分别为 0.162、0.160、0.159、0.156、0.157 和 0.155, RSD 为 0.01%, 表明 10 h 内溶液稳定性好。精密度实验结果,吸光度值分别为 0.091、0.090、0.091、0.091、0.090 和 0.090, RSD 为 0.02%。重现性实验结果,吸光度值依次为 0.176、0.165、0.201、0.184、0.161、0.197、0.186、0.174、0.167 和 0.193, RSD 为 0.13%, 具有良好的重现性。

加样回收率实验结果如下表 1 所示。结果表明,回收率为 99.31% ~ 101.59%, 平均加样回收率为 100.53%, 表明该方法准确度较高。

表 1 总酚加样回收实验结果

Table 1 Results of polyphenols recovery test

本底量 Original( μg )	加标量 Added( μg )	测得总量 Detected( μg )	回收率 Recovery( % )
52.76	100	153.19	101.59
51.96	100	149.91	99.31
50.01	100	151.86	100.57
50.14	100	153.67	99.69
50.68	100	150.97	101.52

### 2.1.3 多酚含量计算

油松中多酚含量用外标法按如下公式计算:  
多酚浓度 = (多酚吸光度数  $A + 0.0063$ ) / 127.57  
质量含量  $w\%$  = (多酚浓度  $\times 6250$ ) / (取样量  $0.2 \times 1000$ )  $\times 100\%$

其中 6250 为稀释倍数, 0.2 为取样量(g)。

表 2 表明,油松中不同部位多酚含量存在极显著差异 ( $n = 30$ ,  $p < 0.01$ )。油松不同部位多酚分布情况为:叶(  $104.30 \pm 12.51 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  ) > 根(  $89.24 \pm 12.06 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  ) > 茎(  $68.18 \pm 11.20 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$  )。

### 2.2 单宁含量测定结果

#### 2.2.1 柠檬酸铁铵法单宁标准曲线建立

以单宁酸浓度  $C$  为横坐标,吸光度  $A$  为纵坐标建立校准曲线,回归方程为  $y = 10.087x + 0.1613$ 。该标准曲线相关系数  $r = 0.9990$ , 在  $0 \sim 0.0625 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$  范围内,单宁酸与吸光度有良好的线性关系。上述样品吸光度  $A$  为两吸光度值之差,该标准曲线不经过原点,不需要校正通过原点。

#### 2.2.2 精密度、稳定性、重现性、回收率试验结果

稳定性实验:单宁含量为 81.71、81.58、81.55、81.46、81.34、81.36  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。随着时间的延长,其值有下降趋势,但幅度不大,油松根相对标准偏差 RSD

为 0.15%。表明 10 h 内溶液稳定性好。精密度实验:单宁含量依次为 21.89、21.86、21.95、21.94、21.89 和 21.93  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ 。RSD 为 0.16%。重现性

实验:单宁含量依次为 40.08、38.02、40.17、42.30、42.40、41.48、40.13、38.70、38.02、41.11、40.24  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  ,RSD 为 4.01% 具有较好的重现性。

表 2 油松不同部位多酚含量

Table 2 Polyphenols contents in different parts of *P. sinensis*(  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  )

部位 Part	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	均值 Mean	SD
根 Root	81.70	93.21	70.68	96.39	111.3	75.58	84.39	104.9	82.93	91.25	89.24	12.06
茎 Stem	55.01	45.70	85.37	72.15	73.86	67.74	64.80	82.93	67.74	66.52	68.18	11.20
叶 Leaf	94.19	108.9	92.72	80.48	119.1	103.9	118.6	110.4	95.66	118.6	104.3	12.51

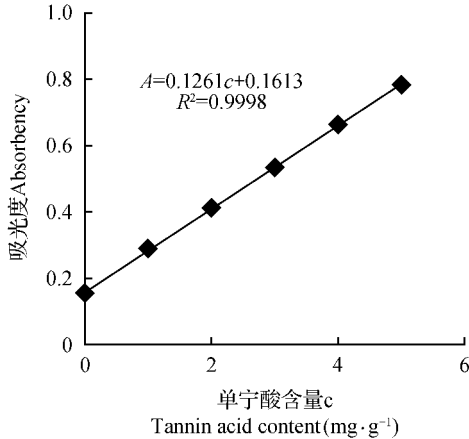


图 2 单宁酸吸光度值标准曲线

Fig. 2 Calibration curve of tannin acid absorbency

回收率试验(表 3):回收率为 99.31% ~ 101.59% 加标平均回收率为 100.53% ,表明该方法准确度较高。

表 3 单宁加样回收实验结果

Table 3 Results of tannins recovery test

本底量 Original( $\mu\text{g}$ )	加标量 Added( $\mu\text{g}$ )	测得总量 Detected( $\mu\text{g}$ )	回收率 Recovery( % )
52.76	100	153.19	101.59
51.96	100	149.91	99.31
50.01	100	151.86	100.57
50.14	100	153.67	99.69
50.68	100	150.97	101.52

### 2.2.3 单宁含量计算

油松中单宁含量用外标法按如下公式计算:

$$\text{单宁浓度} = [(A_2 \times 10 - A_1) - 0.1613] / 10.087 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1} \quad (1)$$

$$\text{单宁质量分数 } w\% = (\text{单宁浓度} \times 160) / 1.0 \times 100\% \quad (2)$$

其中:A1、A2 为测定吸光度值,10、160 为稀释倍数,1.0 为取样量(g)。

表 4 油松不同部位单宁质量含量

Table 4 Tannins contents in different parts of *P. sinensis*(  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$  )

部位 Part	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	均值 Mean	SD
根 Root	19.06	29.20	20.87	27.77	34.31	23.39	20.69	29.30	16.24	32.97	25.38	5.85
茎 Stem	18.93	25.75	21.91	25.12	22.07	18.38	19.69	24.82	13.79	18.72	20.92	3.55
叶 Leaf	31.99	44.42	46.47	34.82	45.25	30.68	40.24	33.02	39.27	44.07	39.02	5.68

表 4 表明,油松不同部位单宁含量有极显著的差异( $n = 30$ ,  $p < 0.01$ ),油松各部位单宁含量为叶( $39.02 \pm 5.68 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) > 根( $25.38 \pm 5.85 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) > 茎( $20.92 \pm 3.55 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ )。

## 3 讨论

目前,许多文献、相关学科和行业仍然采用单宁一词代名植物多酚,多酚与单宁在很多文献中被当成是同一种物质<sup>[5,18]</sup>。单宁是植物多酚的主要成分之一。本研究结果表明,植物体中多酚含量远高于单宁含量。比较发现(图 3),油松根、茎和叶

中单宁所占多酚的比例分别为 28.44%、30.68% 和 37.42%。因而,以单宁代称多酚的说法并不确切。油松单宁已被开发制取栲胶,油松其他多酚具有更大的开发潜力。

油松多酚与单宁含量分布趋势相同:茎中最低,根次之,叶最高,王文杰<sup>[16]</sup>等对兴安落叶松不同器官部位单宁含量的研究与本研究有相类似的结果。富含多酚的中草药香桃木(*Myrtus communis*)叶多酚含量 3%<sup>[19]</sup>、蒙古栎(*Quercus mongolica*)含 6.39%<sup>[20]</sup>、木瓜(*Chaenomeles sinensis*)含 18.1  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ <sup>[21]</sup>、土茯苓(*Smilax glabra*)含 14.6  $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ <sup>[22]</sup>、当归(*Angel-*

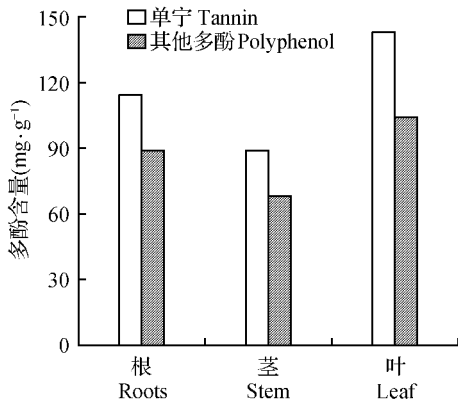


图3 油松不同部位多酚与单宁平均含量结果对比图

Fig. 3 Comparison of polyphenols and tannins contents in different parts of *P. sinensis*

*ica sinensis*) 中含  $3.36 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ <sup>[23]</sup>、侧柏 (*Biota orientalis*) 叶中多酚含量  $23.5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ <sup>[24]</sup>。我们发现,油松根枝叶中多酚含量较高,超过大多数富含多酚的生药。当前,植物多酚作为一类储量丰富的绿色可再生资源,在农业、环境保护、食品、医药化工等领域已有诸多应用,在化工、建材、石油、矿业、日化用品等不同领域的应用研究也取得了越来越多的成果<sup>[25]</sup>。多酚与单宁已成为人类大力开发的重要自然资源之一<sup>[3, 18]</sup>。油松根与叶多酚含量较高,且差别不大,单宁含量也较高,且油松资源量极其丰富。因此,油松多酚和单宁开发潜力巨大。

**致谢** 中国科学院西北高原生物研究所索有瑞研究员提供实验平台和该研究组全体同仁给予实验指导;感谢青海民族大学肖钦荣、王进、王二飞和何海琼同学参与实验。

## 参 考 文 献

1. 石碧, 狄莹. 植物多酚 [M]. 北京: 北京科学出版社, 2002.
2. 李健, 杨昌鹏, 李群梅. 植物多酚的应用研究进展 [J]. 广西轻工业, 2008, 121: 1-3.
3. 黄占华, 方桂珍. 植物单宁的应用及研究进展 [J]. 林产化工通讯, 2005, 39(5): 39-43.
4. 宋立人, 洪恂, 丁绪亮. 现代中药学大辞典上册 [M]. 北京: 人民卫生出版社, 2001: 1184-1191.
5. Satoh K, Sakagami H. Ascorbyl radical scavenging activity of polyphenols [J]. Anticancer Research, 1996, 16(5A): 2885-2890.
6. Satoh K, Ida Y, Ishihara M, et al. Interaction between sodium ascorbate and polyphenols [J]. Anticancer Research, 1999, 19(5B): 4177-4186.
7. Devara S, Vega-Lopez S, Kaul N, et al. Supplementation

- with a pine bark extract rich in polyphenols increases plasma antioxidant capacity and alters the plasma lipoprotein profile [J]. Lipids, 2002, 37(10): 931-934.
8. Pazos Manuel, Iglesias Jacobo, Maestre Rodrigo, et al. Structure-Activity Relationships of Polyphenols to Prevent Lipid Oxidation in Pelagic Fish Muscle [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(20): 11067-11074.
9. Iglesias Jacobo, Pazos Manuel, Lois Salome, et al. Contribution of Galloylation and Polymerization to the Antioxidant Activity of Polyphenols in Fish Lipid Systems [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2010, 58(12): 7423-7431.
10. Kimbrough C, Chun M, dela Roca G, et al. PYCNOGENOL (R) Chewing gum minimizes gingival bleeding and plaque formation [J]. Phytomedicine, 2002, 9(5): 410-413.
11. 钟馨. 松花粉对衰老人胚肺成纤维细胞 p16 及 p21 基因表达的影响 [D]. 广州: 南方医科大学, 2005.
12. 陈长武, 吕友权, 曲红光, 等. 松针提取物抗衰老氧化作用研究 [J]. 食品科学, 2005, 26(9): 465-467.
13. 徐丽珊, 张萍华, 张敏欢. 松针提取物抑菌作用初探 [J]. 食品科学, 2009, 30(1): 38-41.
14. 张俊刚, 徐颖, 蒋东升, 等. 油松花粉对小鼠非特异性免疫功能及 NK 细胞活性的影响 [J]. 中国卫生检验杂志, 2010, 20(1): 30-31.
15. 王文杰, 祖元刚, 李雪莹. 兴安落叶松单宁含量的器官差异与季节变化 [J]. 林产化学与工业, 2007, 27(2): 81-84.
16. 郭浩, 王兵, 马向前, 等. 中国油松林生态服务功能评估 [J]. 中国科学 C 辑: 生命科学, 2008, 38(6): 565-572.
17. 全国信息与文献工作标准化技术委员会出版物格式分委员会. GB/T 15686-2008. 高粱中单宁含量的测定 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
18. 宋立江, 狄莹, 石碧. 植物多酚研究与利用的意义及发展趋势 [J]. 化学进展, 2000, 12(2): 161-170.
19. 范现丽, 王高, 王宏, 等. 香桃木叶片粗多酚抗氧化活性的研究 [J]. 植物研究, 2009, 29(2): 375-379.
20. 张俞, 刘婷婷, 刘洋, 等. 蒙古栎种壳多酚的超声辅助提取及抗氧化能力 [J]. 植物研究, 2010, 30(5): 623-628.
21. 吴冰. 木瓜中鞣质的含量测定 [J]. 中医临床杂志, 2008, 20(2): 190-191.
22. 张颖, 张立木, 丁静, 等. 土茯苓中单宁含量的测定 [J]. 泰山医学院学报, 2004, 25(3): 212-213.
23. 陈建真, 吕圭源, 宋玉良. 当归头、身、尾的鞣质含量测定 [J]. 浙江中医学院学报, 2004, 28(3): 72-73.
24. 程立方, 田樱. 干酪素法测定侧柏叶中鞣质含量 [J]. 时珍国药研究, 1995, 6(3): 13-14.
25. 张力平, 孙长霞, 李俊清, 等. 植物多酚的研究现状及发展前景 [J]. 林业科学, 2005, 41(6): 157-162.